



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012



INDICE

1. MEMORIA

1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1.2 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE	5
1.1.3 NORMATIVA	6
1.1.4 PREVISIÓN DE CARGAS	7
1.1.4.1 Receptores de fuerza	8
1.1.4.2 Receptores de alumbrado	9
1.1.4.2.1 Alumbrado interiores	9
1.1.4.2.2 Alumbrado exterior	10
1.1.4.2.3 Alumbrado de emergencia	11
1.1.4.3 Receptores varios	12
1.1.4.4 Tomas de corriente	12
1.1.4.4.1 Solución adoptada	123
1.1.4.4.2 NORMATIVA SOBRE TOMAS INDUSTRIALES	14
1.1.4.5 POTENCIA TOTAL A INSTALAR	14
1.1.4.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS	15
1.2 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	16
1.2.1 INTRODUCCIÓN	16
1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	16
1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ECT	17
1.2.3.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2.3.1.1 ESQUEMA TN	18
1.2.3.1.2 ESQUEMA TT	20
1.2.3.1.3 ESQUEMA IT	21
1.2.4 DEFECTOS DE AISLAMIENTO	22
1.2.4.1 ESQUEMA TT – DEFECTO DE AISLAMIENTO	23
1.2.4.2 SENSIBILIDAD DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL USAR	24
1.2.5 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	25
1.3 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION	26
1.3.1 INTRODUCCIÓN	26
1.3.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO	26
1.3.3 PRESCRIPCIONES GENERALES	277
1.3.3.1 Naturaleza de los conductores	277
1.3.3.2 Identificación de los conductores	288
1.3.3.3 Conductores activos	28
1.3.3.4 Conductores de protección	29
1.3.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN	300



1.3.4.1 Canalizaciones	30
1.3.4.2 Tubos protectores	300
1.3.5 RECEPTORES	322
1.3.5.1 RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO	322
1.3.5.2 RECEPTORES A MOTOR	333
1.3.5.2.1 Motores solos	333
1.3.5.2.2 Varios motores	333
1.3.5.3 Tomas de corriente	333
1.3.5.3.1 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE	333
1.3.6 Cálculo de intensidades de línea	355
1.3.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE	366
1.3.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO	366
1.3.9 SOLUCIONES ADOPTADAS	37
1.3.10 PROTECCIONES	411
1.3.10.1 INTRODUCCIÓN	411
1.3.10.2 PROTECCION DE LA INSTALACIÓN	422
1.3.10.3 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN	455
1.3.10.4 COORDINACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS	466
1.3.10.4.1 FILIACIÓN	46
1.3.10.4.2 SELECTIVIDAD	46
1.3.10.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	47
1.4 ILUMINACION	48
1.4.1 ILUMINACIÓN INTERIOR	48
1.4.2 ILUMINACIÓN EXTERIOR	49
1.4.3 SOLUCIÓN ADOPTADA	
¡Error! Marcador no definido.0	
1.4.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	
¡Error! Marcador no definido.0	
1.4.6.1 INTRODUCCIÓN	500
1.4.6.2 REGLAMENTACIÓN	54
1.4.6.3 solución adoptada	55
1.5 PUESTA A TIERRA	56
1.5.1 INTRODUCCIÓN	56
1.5.2 OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA	57
1.5.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA	57
1.5.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA	59
1.5.5 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA LA PUESTA DE TIERRA	60
1.6 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	61
1.6.1 INTRODUCCIÓN	61



1.6.2	COMPENSACIÓN FIJA ACCIONADA POR CONTACTOR	622
1.6.3	COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA POR BATERIA DE CONDENSADORES	63
1.6.4	SOLUCIÓN ADOPTADA	64
1.7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	64
1.7.1	INTRODUCCIÓN	64
1.7.2	CENTRO DE TRANSFORMACION	65
1.7.2.1	OBJETO	65
1.7.2.2	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	65
1.7.2.3	TITULAR	66
1.7.2.4	EMPLAZAMIENTO	66
1.7.2.5	CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	66
1.7.2.6	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA	66
1.7.3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	67
1.7.3.1	OBRA CIVIL	67
1.7.3.2	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	77
1.7.3.3	PUESTAS A TIERRA	77
1.7.3.4	INSTALACIONES SECUNDARIAS	78
1.8	CONCLUSIÓN FINAL	79



1.1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria tiene por objeto el estudio de la instalación en baja tensión necesaria para suministro de baja tensión a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que se proyectan instalar en una nave industrial dedicada a la fabricación de motores para automóviles.

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

La presente memoria, así como el conjunto del proyecto tiene por objeto el estudio de la instalación receptor que se proyectan instalar en una nave industrial destinada a la fabricación de motores para automóviles.

Única y exclusivamente se estudiará el comportamiento eléctrico de los receptores a instalar. El cálculo mecánico de la nave industrial que da exento en el presente estudio.

Las dimensiones de las paredes y celosías sólo aparecen de modo orientativo para la mejor comprensión del proyecto.

La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado interior, exterior, de emergencia y señalización.
- Instalación de circuitos de fuerza y tomas de corriente.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia del centro de transformación.

La nave estará situada en el polígono industrial La Nava, de Tafalla (Navarra), en las parcela 1394, tal y como muestra el plano de situación.

1.1.2 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE

La superficie total de parcela es de 5200 m² de los cuales la nave industrial ocupará 2160 m² que se subdividirá de la siguiente manera:

La nave industrial consta de las siguientes partes:

- Taller de elaboración : 1375 m²,
- Almacén: 200 m²
- Recepción: 40 m², donde se procede a la recepción de los clientes.
- Aseos : 60 m²
- Vestuarios para los operarios: 72 m²
- Pasillo: 66 m².
- Despacho del Director General: 25 m²
- Sala de Reuniones : 25 m²
- Garaje: 200 m².
- Taller de Mantenimiento: 78 m².
- Oficina técnica 50 m².
- Sala de descanso: 40 m².

Distribución de alturas:

Locales con falso techo: 2,5 m

Locales con techo: 2,6 m

Zona de producción: 6 m

Además la instalación se alimentará de un transformador situado en dependencias de la misma parcela tal y como se adjunta en el documento CÁLCULOS del presente proyecto que ocupará 10.61m²

El suministro de energía lo realizará IBERDROLA a 13200 Voltios hasta un centro de transformación tipo abonado, instalado en las propias dependencias de la parcela en la que se ubica la nave, para obtener la tensión de utilización de 400/230 Voltios.

No existen zonas susceptibles de ser clasificadas especialmente según lo dispuesto en el R.E.B.T.

1.1.3 NORMATIVA

La redacción del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuarán de acuerdo con lo prescrito en los siguientes reglamentos vigentes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones complementarias.
- Ministerio de Industria y Energía.
- Así mismo tendremos en cuenta las normas particulares de la compañía suministradora de energía, en este caso IBERDROLA.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Código Técnico de la Edificación y otras normas relacionadas con el alumbrado.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Normas UNE de obligado cumplimiento

1. UNE 20.062: Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia.
2. UNE 20.324: Grados de Protección proporcionados por las envolventes (código IP).
3. UNE 20.392: Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
4. UNE 20.615: Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
5. UNE 20.460: Instalaciones eléctricas en edificios.
6. UNE 21.027: Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V.



7. UNE 21.030: Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución y acometidas.
8. UNE 21.123: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
9. UNE 21.150: Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.
10. UNE 21.1002: Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
11. UNE-EN 50.102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos (código IK).
12. UNE-EN 50.107: Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1kV pero sin exceder 10kV.
13. UNE-EN 60.439-4: Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO).
14. UNE-EN 60.598: Luminarias.
15. UNE-EN 60.742: Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad. Requisitos.
16. UNE-EN 60.947-2: Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
17. UNE-EN 60.998: Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos
18. UNE-EN 61.558: Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos.

1.1.4 PREVISIÓN DE CARGAS

Se indicará la potencia prevista para los usos previstos, según lo dispuesto en el apartado 2 de la ITC-BT-10, y la previsión de cargas de los servicios generales y otros usos aplicados al ámbito industrial, así como los coeficientes de simultaneidad empleados para los dispositivos que sean oportunos.

Se aportará tabla resumen del resultado obtenido en el apartado de cálculos, con mención especial a la potencia máxima admisible, potencia instalada, prevista, simultánea y la tensión de suministro.

1.1.4.1 RECEPTORES DE FUERZA

Nº	Descripción	Cantidad	Tensión(V)	Potencia(KW)	Cos γ	S(KVA)
1	Maquina de Moldeado automática	1	400	26,2	0.85	30,82
2	Balanza y dispositivos de cambio de cubierta	1	400	2	0.85	2,35
3	Descargador de moldes	1	400	3,8	0.85	4,47
4	Camión de transferencia	1	400	1,9	0.8	2,37
5	Transportador de Moldes	1	400	2,2	0.85	2,58
6	Maquina de Moldeado	1	400	7	0.8	8,75
8	Cinta transportadora	3	400	20,1	0.8	25,1
9	Dispositivo de Vaciado	1	400	5,8	0.85	6,82
10	Tambor liberador de moldes	1	400	8,8	0.85	10,35
11	Zaranda	1	400	5,5	0.85	6,47
12	Horno de fundición	1	400	29,8	0.85	35,05
13	Máquina explosión	1	400	6	0.85	7,05
14	Refrigerador	1	400	4,6	0.8	5,75
15	Colector de polvo	1	400	1,9	0.8	2,37
16	Panel de control	2	400	2	0.9	2,22

17	Dispositivo de limpieza	2	400	2,1	0.98	2,14
18	Soldadora	1	400	5	0.9	5,55
19	Fresadora	1	400	0,79	0.9	0,87
20	Torno	1	400	0,6	0.9	0,66
21	Tolva adhesivos	1	400	5,8	0,85	6,82
	TOTAL			141,89		168,54

Tabla 1

La potencia total demandada por los receptores de fuerza será de: 141,89 KW

1.1.4.2 RECEPTORES DE ALUMBRADO

Los receptores destinados a alumbrado se calcularán según el nuevo Código Técnico de la Edificación y se seguirá para el cálculo del mismo el programa Dialux 4.10 apropiado para todo tipo de cálculo luminotécnico.

Para todo el alumbrado se supondrá un factor de potencia de 1.

1.1.4.2.1 ALUMBRADO INTERIORES

Localización	Nº de luminarias	Potencia (P/U)	P (kW)	S (kVA)
Zona de producción	28	0,428	11,98	11,98
Zona de Fusión	6	0,431	2,586	2,586
Recepción	9	0.102	0.918	0.918
Sala de descanso	12	0.051	0.612	0.612
Aseos Hombres	6	0.051	0.306	0.306

Aseos Mujeres	6	0.051	0.306	0.306
Vestuario Hombres	30	0,034	1,02	1,02
Vestuario Mujeres	30	0,034	1,02	1,02
Pasillo 1	6	0,063	0,378	0,378
Pasillo 2	6	0,063	0,378	0,378
Taller de Mantenimiento	9	0,110	0,990	0,990
Cuarto de Cuadro General	4	0,036	0,114	0,114
Garaje	12	0.0665	0.798	0.798
Almacén	12	0.085	1.020	1.020
Director General	4	0.0695	0.834	0.834
Sala de Reuniones	4	0.0695	0.834	0.834
Oficina Técnica	6	0.0695	0.417	0.417
	TOTAL		24,511	24,511

Tabla 2

La potencia total demandada por el alumbrado interior será: 24,511 KW

1.1.4.2.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Localización	Tipo de luminaria	Potencia (P/U)	P (kW)	Cos γ	S(kVA)
Exterior Fachada	Lamparas High-bay HPK SPK110 1xHPI-P400W- BU SGR/740 WB P1	0.482	2.41	1	2.41
	TOTAL		2.41		2.41

Tabla 3

La potencia total demandada por el alumbrado exterior será: 2,41 KW



1.1.4.2.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Segun la ITC-28 del RBT, los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Tenemos que tener en cuenta:

- Plano de situación de las luminarias
- Relación de luminarias usadas en el plano
- Resultados del alumbrado antipánico:
 - Gráfico de tramas en el plano
 - Curvas Isolux del plano
- Resultados de alumbrado en los recorridos de evacuación:
 - Recorridos de evacuación
 - Puntos de seguridad de uso manual
 - Puntos de test
- Fichas técnicas

Las características principales de estas lámparas son:

- Alimentación: 230 V – 50/60 Hz
- Con transformador de seguridad
- Componentes certificados
- Lámparas de señalización de 10000 horas
- IP 227
- Bornes de telemando protegidas contra conexión accidental a 230 V
- Materiales resistentes al calor y al fuego
- Apto para montaje en superficies inflamables

La potencia total demandada por el alumbrado de emergencia será: 0.106 Kva

1.1.4.3 RECEPTORES VARIOS

Nº	Descripción	Cantidad	Tensión	Potencia(kW)	Cos γ	S(kVA)
1	Puerta automática Ferroplex200	2	400	4,4	0,85	5,17
2	Climatizador. PEHD-RP60GA	4	400	12.5	0.85	14.70
			TOTAL	32		36,85

Tabla 4

La potencia total demandada por los receptores varios será: 32 KW

1.1.4.4 TOMAS DE CORRIENTE

1.1.4.4.1 SOLUCIÓN ADOPTADA

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

Las tomas de corriente están situadas:

Recepción:

- 1 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)



Sala de descanso:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Oficina Técnica:

- 3 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Director General:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Sala de reuniones:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Vestuarios:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Aseos:

- 4 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Zona de producción:

- 4 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- 4 toma de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)

Taller de mantenimiento:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- 2 toma de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)

Almacén:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

Garaje:

- 2 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

1.1.4.4.2 NORMATIVA SOBRE TOMAS INDUSTRIALES

Las normativas a tener en cuenta a la hora de elegir la diferente toma de corriente que confeccionarán la instalación de la nave industrial son las siguientes:

- UNE 60309-1
- UNE 60309-2
- Instrucción 027 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

El cálculo de la potencia a instalar en la toma de corriente se encuentra en el documento: Cálculos del presente proyecto. Con un total de potencia de 24.5 W

1.1.4.5 POTENCIA TOTAL A INSTALAR

Para calcular la potencia total demandada por la instalación se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-10 apartado 4 de Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

La potencia total demandada por los receptores de fuerza	141,89
La potencia total demandada por el alumbrado interior	24,511
La potencia total demandada por el alumbrado exterior	2,41
La potencia total demandada por el alumbrado de emergencia	0,0954
La potencia total demandada por los receptores varios	32
La potencia total demandada por las tomas de corriente	24.5
POTENCIA TOTAL:	226,81
	KW

Tabla 5

Potencia Máxima que se podrá alcanzar será de 226,81 KW .

S =260.4 KVA

1.1.4.6 DISTRIBUCION DE CUADROS

La instalación se compone de un cuadro general y 9 cuadros secundarios.



-Cuadro General: Situado en un cuarto al final del pasillo 2, del cual protegen las líneas a los cuadros secundarios.

-Cuadro auxiliar 1: Situado en el pasillo 1. Alimenta tanto el alumbrado como las tomas de corriente de la Recepción, sala de descanso, oficina técnica, sala de reuniones y director general.

- Cuadro auxiliar 2: Situado en la zona de vaciado y recorte. Alimenta las máquinas: Dispositivo de vaciado, zaranda y tambor liberador de moldes y la cinta transportadora.

-Cuadro auxiliar 3: Situado en al final del pasillo 2. Alimenta tanto el alumbrado como la toma de corriente de los aseos y vestuarios.

-Cuadro auxiliar 4: Situado en la zona de acabado. Alimenta las máquinas: Refrigerador, tolva adhesivos, colector de polvo, panel de control, dispositivo de limpieza y la cinta transportadora.

- Cuadro auxiliar 5: Situado en la zona de moldeo. Alimenta las máquinas: descargador de moldes, máquina de moldeo automático balanza y dispositivo de cambio de cubierta, camión transferencia, transportador de moldes y la cinta transportadora.

Cuadro auxiliar 6: Situado a la salida del almacén. Alimenta tanto el alumbrado como la toma de corriente del garaje, taller de mantenimiento y almacén. También alimenta las máquinas del taller de mantenimiento: soldador torno y fresa.

Cuadro auxiliar 7: Situado en la zona de fundición. Alimenta el horno de fundición y máquina de explosión.

Cuadro Alumbrado: Situado a la salida del pasillo 1. De él se enciende el alumbrado de la zona de producción de la nave.



1.2 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Existen dentro del régimen estatal distintas formas de distribuir la energía eléctrica (de corriente alterna) a los consumidores (cargas). Incluso dentro de una misma empresa pueden coexistir 2 o 3 formas distintas de distribuir la CA.

Estas distintas formas de llevar la energía se clasifican según lo que se conoce como Esquemas de Conexión a Tierra (ECT), o en otras palabras, la forma en cómo se conectan a tierra las masas eléctricas (ejemplo: el chasis metálico) de las cargas y el neutro del transformador que los alimenta.

El conocimiento de éstos esquemas, o tipo de distribución, es importante dado que cada uno posee características propias relativas a la seguridad eléctrica de las personas.

1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ECT

1.2.3.1 INTRODUCCIÓN

Los distintos esquemas se identifican por un código de 2 letras, donde:

La primera letra identifica la conexión del neutro (del secundario del transformador trifásico que alimenta a las cargas) y tierra:

T: cuando existe una conexión directa a tierra.

I: cuando no existe una conexión a tierra, o está conectado a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto.

La segunda letra identifica el tipo de conexión a tierra entre las masas de las cargas y tierra:

T: conexión eléctrica directa de las masas a tierra, independiente de la que tenga el neutro del secundario del transformador del sistema de alimentación

N: conexión directa de las masas al punto de conexión a tierra del neutro

Siguiendo la clasificación de los ETC podemos diferenciar los siguientes tipos de esquemas: TT, TN e IT.

A continuación se exponen las características generales de cada uno de los mismos.

Cabe señalar que en los diagramas que se usarán a continuación serán utilizados los siguientes símbolos para hacer referencia a los distintos conductores que hay en la instalación.

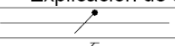

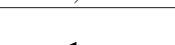
Explicación de símbolos de acuerdo con la Norma IEC 60617-11	
	Conductor neutro (N)
	Conductor de protección (PE)
	Conductor neutro y de protección combinados (PEN)

Figura 1

Tenemos varios tipos de de esquemas de distribución:

1.2.3.1.1 ESQUEMA TN

El esquema TN tiene el neutro del sistema de alimentación conectado directamente a tierra (“T”), y las masas de la instalación consumidora también conectadas a ese punto por medio de los conductores de protección (PE).

Este conductor de protección lo podremos conectar a tierra (en el mismo punto) mediante un cable separado del neutro (conexión –S) o a través de éste (conexión –C). Debido a que esta última conexión puede hacerse de 2 formas distintas el esquema TN se subclasifica en tres tipos, dependiendo de la relación entre el Neutro y el cable de protección.

1. Esquema TN-S:

Será aquel en el que el conductor neutro (N) y el conductor de protección (PE) están conectados entre sí y a tierra en la alimentación y separados en todo el resto del sistema, tal como en la **Figura 3**.

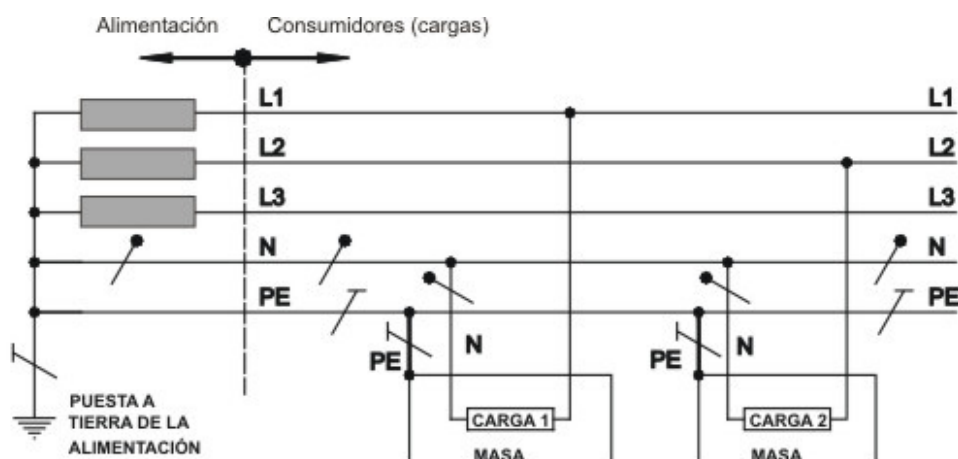


Figura 2

2. Esquema TN-C:

Será aquel en el que las funciones de neutro (N) y de protección (PE) se combinan en un solo conductor (PEN) en todo el sistema y en el que dicho conductor común está puesto a tierra en la alimentación, tal como en la Figura 3.

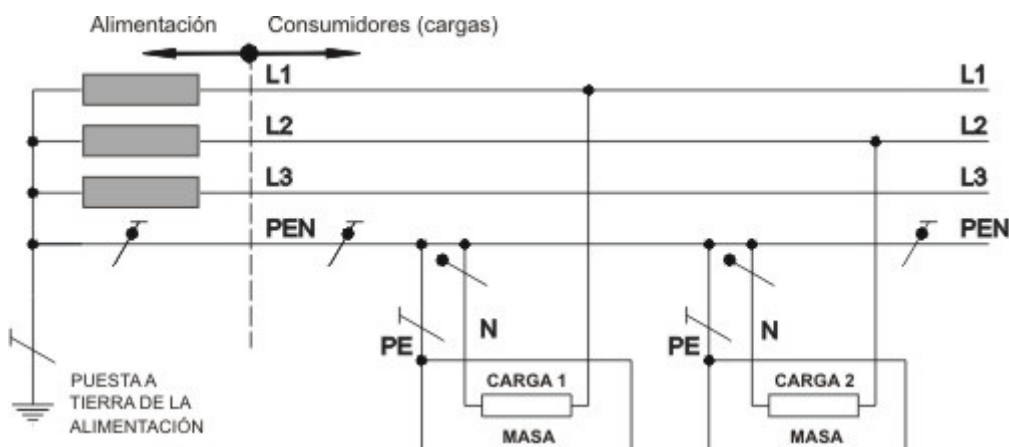
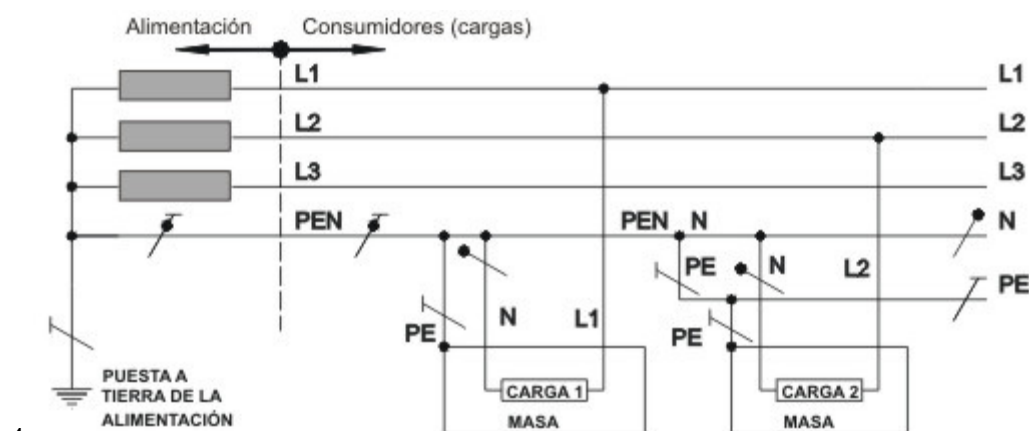


Figura 3

3. Esquema TN-C-S:

Será aquel en el que, en una parte del sistema, las funciones de neutro y de protección se combinan en un solo conductor (PEN), puesto a tierra en la alimentación y en el que, a partir de un determinado punto, dicho conductor PEN se desdobra en un conductor neutro N y en un conductor de protección PE. O sea que es una combinación de los dos sistemas anteriores ya que en una parte del sistema responde al esquema TN-C y en otra al TN-S. Esto se muestra en la Figura



4:

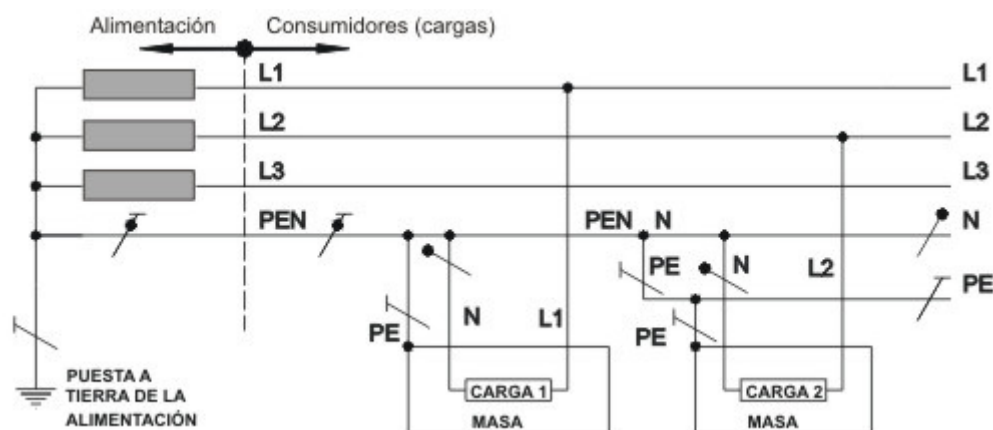


Figura 4

En los esquemas TN el neutro o compensador se conecta directamente a tierra y a las masas de la instalación receptora mediante conductores de protección.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

1.2.3.1.2 ESQUEMA TT

Un esquema tipo TT es como el de la **Figura 5**. Tal como lo indica su nombre, el neutro de la red de alimentación y las masas de los consumidores están conectados directamente a tierra (“TT”), las cuales se exige que sean distintas.

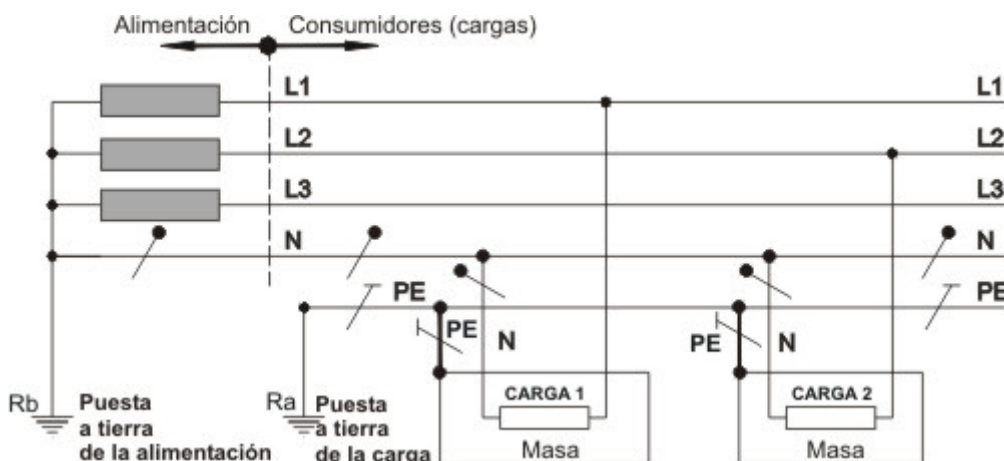


Figura 5

Este es el tipo de distribución trifásico público de 400 V. Los consumidores monofásicos se deben conectar entre una fase y neutro. Los consumidores trifásicos se conectan entre fases. A su vez, la puesta a tierra del consumidor está separada de la del neutro de la distribución. R_b y R_a son los valores de resistencia de la puesta a tierra de la distribución y de la instalación consumidora respectivamente.

En los esquemas TT el neutro se conecta directamente a tierra.

Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En estos tipos de esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra podrán tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

1.2.3.1.3 ESQUEMA IT

Un esquema tipo IT es como el de la **Figura 6**. Tal como lo indica su nombre, el neutro de la red de alimentación está aislado (“I”) de tierra y las masas de los consumidores están conectadas directamente a tierra (“T”).

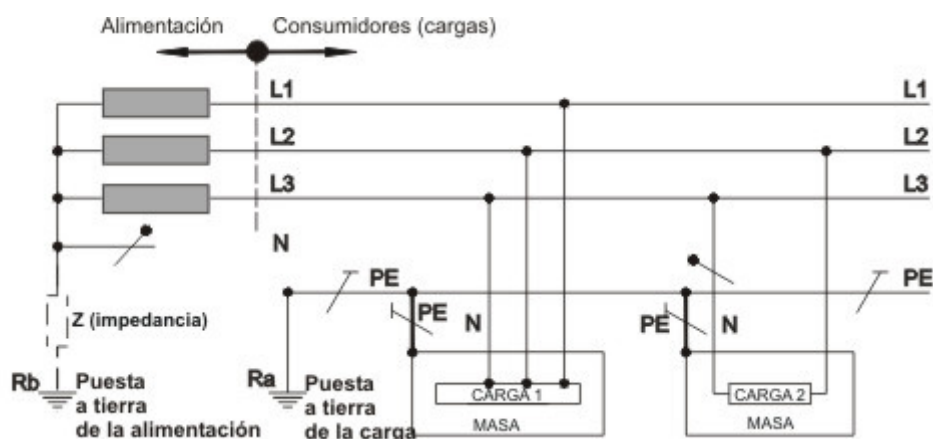


Figura 6 : Esquema IT (el neutro puede estar distribuido o no) – Z es un valor grande o no existe

El neutro del secundario no está conectado a tierra (o lo está a través de una resistencia mayor a 1500Ω).

En los esquemas IT no tienen ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Con esta impedancia conseguimos limitar el valor de la corriente de defecto. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.2.4 DEFECTOS DE AISLAMIENTO

Para asegurar la protección de las personas y la continuidad de la explotación, los conductores y las piezas con tensión de una instalación eléctrica están “aislados” respecto a las masas conectadas a tierra (en lo que sigue se pretende dar una explicación sencilla de cómo difiere la protección contra contactos indirectos según el esquema de conexión a tierra, y no una explicación rigurosa de protección eléctrica).

El contacto de una persona con masas accidentalmente puestas bajo tensión se denomina contacto indirecto (Figura 7).

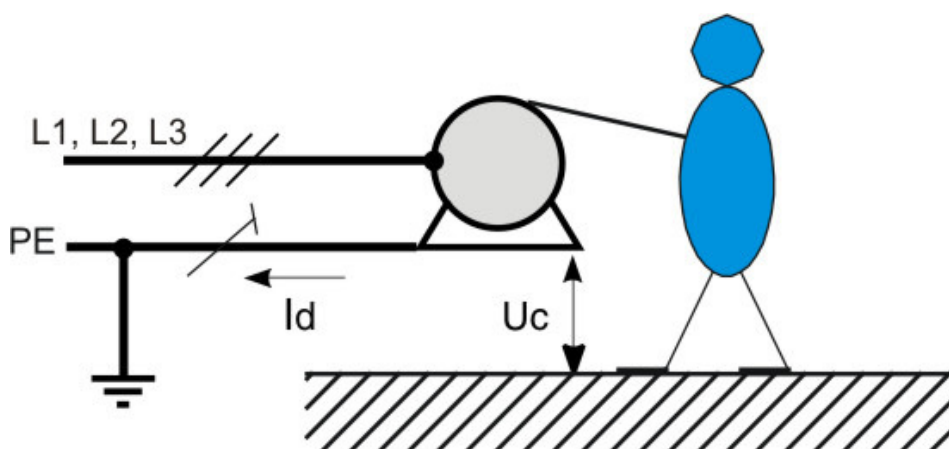


Figura 7: Contacto indirecto

Trabajando a tensiones industriales, uno de los principios fundamentales para la protección contra el contacto indirecto es la conexión a tierra de las masas de los receptores y equipos eléctricos.

De esta forma se evita que dicho defecto de aislamiento se convierta en un contacto directo (es decir, el contacto con un conductor activo). La falla produce una corriente de defecto (I_d) y provoca una elevación de la tensión entre la masa del receptor eléctrico y la tierra; aparece por tanto una tensión de defecto, y de contacto U_c , que es peligrosa si es superior a la tensión U_L (tensión límite prevista por las normas de seguridad). Por lo tanto, se precisa desconectar dicho circuito con el fin de la seguridad de las personas.

Para suprimir o evitar dicho riesgo se utiliza la protección diferencial, a continuación se explica como actuaría en caso de falta un sistema con un esquema TT instalado.

1.2.4.1 ESQUEMA TT – DEFECTO DE AISLAMIENTO

Ante un fallo de aislamiento, la corriente de defecto I_d (**Figura 8**) queda limitada, sobre todo, por las resistencias de tierra R_a y R_b .

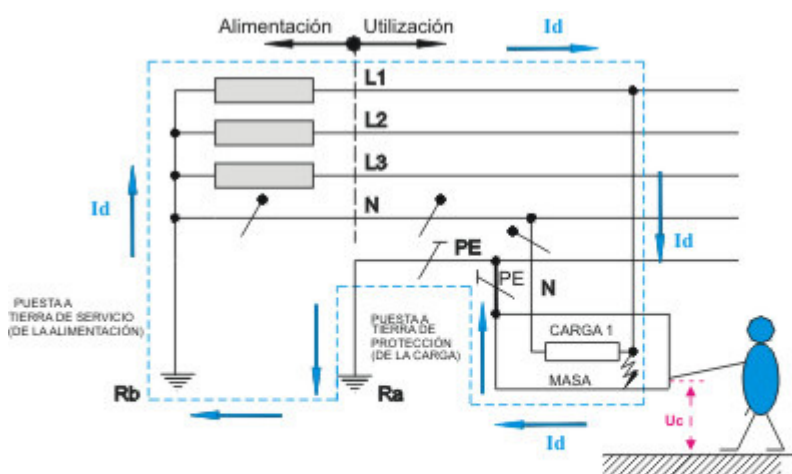


Figura 8: defecto en un TT

Si consideramos que la falla del aislamiento es franca, es decir que la resistencia del aislamiento es cero, la corriente de defecto es:

$$I_d \approx \frac{U_0}{R_a + R_b}$$

Esta corriente de defecto produce una tensión de defecto $U_d = R_a \cdot I_d$, o, lo que es lo mismo:

$$U_d = \frac{U_0 R_a}{R_a + R_b}$$

Siendo normalmente bajas las resistencias de tierra y del mismo orden de magnitud la tensión U_d será del orden de $U_0/2$ ($= 230/2=115$ V). Este valor es peligroso para la vida humana (el valor máximo permitido es de 50 V en ambientes secos, 24 V en ambientes húmedos y 12 V en ambientes mojados). Los reglamentos de baja tensión prevén desconectar automáticamente la parte de la instalación afectada por el defecto.

Dado que el defecto crea una corriente I_d , la idea es medirla y que la misma accione un dispositivo automático sensible a la misma. Lamentablemente, los valores habituales de I_d son bajos. Por ello se utilizan interruptores diferenciales, DDR, (formalmente dispositivos automáticos de corriente diferencial residual) son los que se usan en los esquemas TT para la protección contra contactos indirectos

1.2.4.2 SENSIBILIDAD DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL USAR

De la figura anterior hallamos que $U_d = I_d \cdot R_a$. Para que ésta no supere la máxima permitida (50 V, por ejemplo), podemos plantear que $I_d \cdot R_a < 50$ V, de donde podemos concluir el valor máximo del diferencial ($I_{\Delta n}$) a detectar, en función del valor de la puesta a tierra, es decir $I_{\Delta n} < 50/R_a$. En la figura siguiente se muestra una tabla con esta relación.

$I\Delta n \leq \frac{U_L}{R_a}$	resistencia máxima Ω de la toma de tierra R_a para $U_L =$	
	50 V	25 V
3 A	16	8
1 A	50	25
500 mA	100	50
300 mA	166	83
30 mA	1660	833

Figura 9: Límite superior de la resistencia de la toma de tierra R_a (de las masas), en función de la sensibilidad del diferencial y de la tensión límite U_L

Como se puede concluir, la protección contra contactos indirectos en un esquema TT mediante interruptores o relés diferenciales brinda buenos márgenes para usar distintos niveles de sensibilidad del diferencial. Esto se aplica en las industrias (y no en un hogar donde es obligatorio un diferencial de 30 mA en el tablero general) pudiéndose usar diferenciales de sensibilidad elevada (mayor a 1A, por ejemplo), con lo que, además, se limitan las corrientes de fuga y la posible aparición de incendios.

Más allá de esto, de lo anterior se desprende que es muy importante, en este esquema TT, verificar periódicamente el valor de la puesta a tierra de los equipos. A su vez, esto debería realizarse en los períodos menos favorables (en verano y luego de varios días de no llover) para estar seguros que, de ocurrir un falla de aislamiento, no se produzca una tensión de contacto peligrosas. Sin embargo en muy pocas plantas se considera esta prueba dentro del mantenimiento regular.

1.2.5 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Se elige el esquema TT ya que es la solución más empleada en este tipo de instalaciones y es el esquema de distribución que la compañía suministradora (IBERDROLA) obliga a instalar a los receptores que la contratan. Se utilizarán como protección interruptores diferenciales de 30mA y de 300 mA de sensibilidad.

1.3 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION

1.3.1 INTRODUCCIÓN

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios de viviendas o industrias. En este caso comprenderá o desde la conexión del transformador hasta las derivaciones de cada cuadro auxiliar.

La conducción de energía eléctrica se hará a 230/400 V ya que es una de las tensiones normalizadas dentro del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los conductores se con la suficiente resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor siempre adecuado al reglamento.

1.3.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO

Existen varios métodos a la hora del cálculo, en este proyecto se tomarán los siguientes criterios para conseguir adecuar las secciones de los conductores a la demanda de los receptores:

1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión de los conductores

1.- Calentamiento de los conductores

Para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, vendrán regladas según lo indicado en la ITC-BT-19 del Reglamento de Baja Tensión. Estas tablas se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos. En las tablas estarán tabuladas las intensidades máximas admisible por cada sección de cable y naturaleza del conductor. Además existen tablas para adecuar más si cabe la elección de la sección



mediante factores de corrección dependiendo del tipo de instalación (Subterránea, bajo tubo, a temperatura ambiente etc.).

2.- Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez se calcule la sección adecuada a la corriente nominal que circulará por el circuito y se adecue la sección máxima admisible, la cual será la que este inmediatamente después en la tabla se comprobará que cumplimenta las condiciones mínimas exigidas por el R.E.B.T relativas a las caídas de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5 % para la fuerza.

1.3.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.3.3.1 NATURALEZA DE LOS CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

La ITC-BT-20 indica los posibles métodos de instalación y las características de los conductores y cables a emplear en cada uno de ellos.

Solamente uno de estos métodos permite la instalación de conductores de cobre desnudos sobre aisladores.

En viviendas e instalaciones similares (p. e. oficinas, locales comerciales, etc.) los conductores deben ser de cobre según establece la ITC-BT 26. Los cables con conductores de aluminio se usan habitualmente en instalaciones industriales con elevadas previsiones de carga.

Tanto en los circuitos de fuerza, como de alumbrado y Otros Usos se emplearán cables de cobre de sección adecuada a los circuitos que alimenten.

Los cables dispondrán de aislamiento y cubierta y responderán a la designación UNE como ES07Z1-K ó RZ1-K en función de que su tensión de aislamiento nominal sea 750 ó 1.000 V respectivamente

1.3.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores serán fácilmente identificables y se regirán mediante la siguiente disposición de colores:





conductor	coloración		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	azul 		
protección	verde-amarillo 		
fase	marrón 	negro 	gris 

Figura 10

1.3.3.3 CONDUCTORES ACTIVOS

Serán los conductores preferentemente instalados para la conducción de la energía eléctrica a través del circuito. Por un lado tendremos los conductores de fase y por el otro el conductor neutro.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones fijas, y a una temperatura ambiente de 40° C están señaladas en dos tablas en la Instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.3.3.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Figura 11

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 3.5mm², se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16mm².

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares, para que el sistema no quede desequilibrado ante la presencia de algún tipo de defecto interno del circuito.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.3.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

1.3.4.1 CANALIZACIONES

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc...

1.3.4.2 TUBOS PROTECTORES

Características de los tubos protectores:

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindado con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.,.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.



Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción 021 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrá en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0.80 metros para tubos rígidos y de 0.60 metros para tubos flexibles.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.



La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes, así como su emplazamiento y forma de colocación está especificada en el documento CALCULOS de este proyecto.

1.3.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.3.5.1 RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de las lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90.

1.3.5.2 RECEPTORES A MOTOR

Según indica el Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión, en su Instrucción 047, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

1.3.5.2.1 MOTORES SOLOS

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

1.3.5.2.2 VARIOS MOTORES

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás, según lo indica la MIBT 047

1.3.5.3 TOMAS DE CORRIENTE

Se han colocado tomas de corriente a lo largo de toda la nave industrial de la forma más conveniente para su eventual utilización.

1.3.5.3.1 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27, que establece que “Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparatada utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

Se diferencian 2 tipos de tomas de corriente que serán del siguiente tipo

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T)

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n * I_n * F_s * F_u$$

n: nº de tomas o receptores

I_a: Intensidad prevista por toma o receptor

F_s: (factor de simultaneidad) Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total

F_u: (factor de utilización) Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3% .El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

1.3.6 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE LÍNEA

1. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
2. Se calcula la sección según la intensidad admisible.
3. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que puedan darse. Se tendrá en cuenta la naturaleza del receptor, para la fuerza y el alumbrado nos permiten un 5 % y un 3 % de la tensión nominal respectivamente.
4. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan. Para el cálculo de la intensidades de línea y de las caídas de tensión de las mismas se utilizarán las siguientes relaciones:

Monofásica

$$I_n = \frac{P}{V * \cos \varphi} \quad \Delta V (v) = \frac{2 * I_c * \cos \varphi * L}{S * \gamma}$$

Trifásica:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad \Delta V (v) = \frac{\sqrt{3} * I_c * \cos \varphi * L}{S * \gamma}$$

Donde:

V= Tensión de línea (230-400)

ΔV = caída de tensión en voltios (V).

L = longitud de la línea en metros (m).

I_n = intensidad nominal de la línea en amperios (A).

$\cos \varphi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.

γ = conductividad del material del conductor (Cu=56)

S = sección del cable en mm².

1.3.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable será tal que asegure la continuidad de suministro a todos los receptores de la nave en presencia de cualquier tipo de sobretensión que pueda llegar a ocasionar daños en la instalación.
2. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación.

Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.3.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución de energía se atenderá a lo dispuesto en la instrucción 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que se regirán a su vez por la siguiente normativa:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados

Prescripciones generales para la instalación:

1. Grados para tubos aislantes
 - 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
 - 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.
2. Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en el artículo 21 del citado Reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro



interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

3. Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.
4. El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.
5. Los tubos se unirán entre sí, mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
6. Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí, más de 25 metros.
7. Las conexiones entre los conductores se realizará en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.3.9 SOLUCIONES ADOPTADAS

En oficinas, cuando no sea posible la realización de canalizaciones empotradas, podrán realizarse canalizaciones exteriores compuestas por tubos rígidos metálicos o de PVC, grapados directamente a paredes y techos, canaletas plásticas preformadas o bandejas metálicas.

Las cajas de derivación estarán empotradas.

Las bajadas de las alimentaciones a cuadros de protección, se llevarán a cabo protegidas por tubos rígidos canalizados de forma mural, o de PVC flexible reforzado empotrado, según proceda, en función del riesgo de agresiones mecánicas que pudieran sufrir.

1. Distribución de líneas de fuerza y alumbrado: denominación.

En las tablas contenidas en este apartado se refleja la distribución de las líneas de fuerza y alumbrado, los cuadros auxiliares de los que salen y a los que llegan, así como la potencia de las mismas, las cuales estarán reflejadas en el documento PLANOS del proyecto.



Las líneas tendrán las siguientes denominaciones:

- LINEA 1. Desde el C.G al cuadro auxiliar 1
- LINEA 2. Desde el C.G al cuadro auxiliar 2
- LINEA 3. Desde el C.G al cuadro auxiliar 3
- LINEA 4. Desde el C.G al cuadro auxiliar 4
- LINEA 5. Desde el C.G al cuadro auxiliar 5
- LINEA 6. Desde el C.G. al cuadro auxiliar 6
- LINEA 7. Desde el C.G al cuadro auxiliar 7
- LINEA 8. Desde el C.G al cuadro alumbrado

- LINEA 1.1 tomas de corriente trifásicas
- LINEA 1.2 tomas de corriente monofásicas
- LINEA 1.3 Alumbrado zona de Recepción
- LINEA 1.4 Alumbrado Sala de descanso
- LINEA 1.6 Alumbrado oficina técnica
- LINEA 1.7 Alumbrado director general
- LINEA 1.8 Alumbrado sala reuniones
- LINEA 1.9 Línea de climatizadores

- LINEA 2.1 Cinta transportadora
- LINEA 2.2 Dispositivo de vaciado
- LINEA 2.3 Tambor liberador de moldes
- LINEA 2.4 Zaranda

- LINEA 3.1 Tomas de corriente trifásicas
- LINEA 3.2 Tomas de corriente monofásicas
- LINEA 3.3 Alumbrado aseos
- LINEA 3.4 Alumbrado vestuarios

- LINEA 4.1 Cinta transportadora



- LINEA 4.2 Refrigeradora
- LINEA 4.3 Tolva adhesivos
- LINEA 4.4 Colector de polvo
- LINEA 4.5 Panel de control
- LINEA 4.6 Dispositivo de limpieza

- LINEA 5.1 Máquina de Moldeado automática
- LINEA 5.2 Balanza y dispositivos de cambio de cubierta
- LINEA 5.3 Descargador de moldes
- LINEA 5.4 Camión de transferencia
- LINEA 5.5 Transportador de moldes
- LINEA 5.6 Máquina Moldeado
- LINEA 5.7 Cinta transportadora

- LINEA 6.1 Soldadora
- LINEA 6.2 Fresa
- LINEA 6.3 Torno
- LINEA 6.4 Alumbrado de garaje
- LINEA 6.5 Alumbrado de almacén
- LINEA 6.6 Alumbrado del taller de mantenimiento
- LINEA 6.7 Tomas de corriente monofásicas
- LINEA 6.8 Tomas de corriente trifásicas
- LINEA 6.9 Puertas automáticas

- LINEA 7.1 Horno de fundición
- LINEA 7.2 Máquina de explosión

- LINEA 8.1 Alumbrado zona de producción
- LINEA 8.2 Alumbrado zona de fundición
- LINEA 8.3 Alumbrado Pasillos
- LINEA 8.4 Alumbrado Exterior
- LINEA 8.5 Alumbrado Emergencia



2. Conductores

Todos los conductores empleados serán de cobre, designación:

RVK 0,6/1 kV (para acometidas y distribución de energía)

RV 0.6/1 kV, (para instalaciones interiores y exteriores).

Estos son de cobre con un aislamiento de PVC (Policloruro de Vinilo), y serán unipolares o tetrapolares.

Tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación tal y como indica el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. La medida y justificación tanto de las secciones, diámetro de tubo, referidas a las intensidades máximas admisibles y caídas máximas de tensión se adjuntan en el documento CÁLCULOS.

Para que se mantenga el equilibrado de cargas, según lo establece la ITC-BT-19 se procurará que la carga este preferentemente distribuida entre las 3 fases por igual.

3. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirán en las siguientes partes:

Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, se llevará canalizado desde el C.G a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave. Esta bandeja rodeará a toda la nave por el interior de la misma, a una altura de 4 metros.

Derivaciones:

Ibon Ducun Berrio
Memoria

La derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de tubo de acero galvanizado.

Así mismo la derivación a la zona de oficinas se realizará a través de tubo de PVC que irá a través del falso techo y por catas.

1.3.10 PROTECCIONES

1.3.10.1 INTRODUCCIÓN

El cuadro general estará situado de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-17. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

En el mismo se alojarán los dispositivos de mando y protección generales de la nave. La nave dispondrá de 8 cuadros eléctricos secundarios ubicados tal y como se describe en el documento PLANOS de este mismo proyecto.

Tanto el cuadro general como los cuadros secundarios estará compuesto con los diferentes dispositivos de corte y protección que aseguren el circuito eléctrico.

Según lo indicado en las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en las Instrucciones MIE-BT 022, MIE-BT 023 y MIE-BT 024, se considerarán las siguientes protecciones:

1. Protección de la instalación:
 - 1.2. Contra sobrecargas.
 - 1.3. Contra cortocircuitos.
2. Protección de las personas:
 - 2.2. Contra contactos directos.
 - 2.3. Contra contactos indirectos.

1.3.10.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1. Protecciones contra sobreintensidades

Cumplirá lo establecido en la instrucción ITC-BT-22 “Protección contra sobreintensidades”, del REBT y lo que establece la norma UNE 20.460-4-43. Además se tendrá, que para toda protección contra sobreintensidades todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que se puedan presentar en el mismo, para lo cual la interrupción en dicho circuito se deberá realizar en el tiempo conveniente y estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Para la protección contra sobrecargas, el límite de intensidad que el conductor de la línea pueda soportar siempre tendrá que quedar garantizado por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo podrá ser un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte o por un cortacircuitos equipado con fusibles.

La protección contra cortocircuito se efectuará mediante la colocación en el origen de cada circuito, el poder de corte debe estar en relación con la intensidad máxima de cortocircuito que se pueda llegar a dar en el mismo punto de instalación. Se admitirán como protección contra cortos los fusibles debidamente calibrados y los interruptores de corte omnipolar y poder de corte adecuados.

2. Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones son generadas normalmente por descargas atmosféricas, conmutaciones de redes de distribución y defectos de las mismas. Las sobretensiones aparecen en instalaciones interiores mediante la transmisión por las redes de distribución.

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas e instalaciones será función de la coordinación del aislamiento de los equipos, las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones y su ubicación, y la existencia de una adecuada red de tierras.



Dentro de las sobretensiones tendremos dos tipos de situaciones diferentes:

- La situación natural
- Situación controlada

La situación de nuestra instalación se prevé una situación natural excluyendo cualquier tipo de protección supletoria contra sobretensiones.

En la instalación que nos concierne, se ha optado por una protección contra sobreintensidades y contra sobretensiones se colocarán interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar, instalados en diferentes puntos de la instalación y calibrados en función de la intensidad nominal que circula por el circuito y de intensidad de cortocircuito que deberá soportar la línea en el punto de instalación.

3. Protección de la persona

La protección de personas está obligada a asegurar la protección de las personas y de los animales domésticos contra choques eléctricos, se aplicarán las medidas necesarias para asegurar la protección contra contactos directos, contactos indirectos y contactos directos-indirectos.

La protección contra contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy bajas tensiones de seguridad (MBTS), que deben cumplir los requisitos de la ITC-BT-24, punto 2.

4. Protección contra contactos directos

En lo que corresponde a contactos directos, las medidas adoptadas se destinan a proteger a las personas contra los peligros que se derivan de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para lograr estos objetivos se tendrá en cuenta lo establecido en ITC-BT-24 punto 3, así como las normas que cita la instrucción, que establece:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.



- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

5. Protección contra contactos indirectos

Se analiza el contacto indirecto que será aquel que se produce entre la persona y una masa puesta por error bajo tensión. Evitar este tipo de contactos se consigue mediante la aplicación de algunas de las siguientes medidas:

Las medidas de protección contra contactos indirectos serán de 2 tipos diferentes:

- Clase A: Consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- Clase B: Consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los interruptores diferenciales, son aparatos que provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$

En locales húmedos o mojados $R \leq (24 / I_s)$



- **Con sensibilidad $I_s = 30 \text{ mA}$**

En locales secos: $R \leq 1666 \Omega$

En locales húmedos o mojados $R \leq 800 \Omega$

- **Con sensibilidad $I_s = 300 \text{ mA}$**

En locales secos: $R \leq 166 \Omega$

En locales húmedos o mojados $R \leq 80 \Omega$

- **Con sensibilidad $I_s = 1 \text{ A}$**

En locales secos: $R \leq 50 \Omega$

En locales húmedos o mojados $R \leq 24 \Omega$

1.3.10.3 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

Las CGP, que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación, marcan el límite de la propiedad del usuario. Se le aplicarán todas las disposiciones mostradas en la ITC-BT-13, punto 1.

Las CGP a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública correspondiente

Como el suministro es para un único usuario se colocarán la caja general de protección y el equipo de medida como un único elemento al cual se denominará caja de protección y medida. Siguiendo el apartado 1.1. de la ITC-BT-13 y teniendo en cuenta las normativa particular de la empresa suministradora.

1.3.10.4 COORDINACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS

La coordinación entre dispositivos de una misma instalación es un tema a tener en cuenta ya que las características de tiempo y corriente deben ajustarse en el lugar de instalación de manera que en una instalación ramificada.

En el caso de los interruptores automáticos magnetotérmicos colocados en serie, se conseguirá la selectividad mediante la colocación aguas abajo de un aparato de menor intensidad que el colocado aguas arriba. Además se colocan los interruptores con las curvas de disparo adecuadas siguiendo las tablas de selectividad del fabricante.

1.3.10.4.1 FILIACIÓN

La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores automáticos, esta posibilidad de instalar aguas abajo interruptores automáticos menores poderes de corte. La limitación de la intensidad se hace a todo lo largo del circuito controlado por el interruptor limitador de aguas arriba, la filiación afectará a todos los automáticos colocados aguas abajo.

1.3.10.4.2 SELECTIVIDAD

Con los interruptores diferenciales, se presentan problemas análogos a los relativos a la instalación de los interruptores automáticos; la exigencia de reducir al mínimo posible, la parte de la instalación que queda fuera de servicio en caso de defecto. La selectividad será la propiedad que tienen los dispositivos de protección diferencial para que en caso de defecto sólo salte la protección que inmediatamente después del defecto sin que cause la desconexión de todos los demás receptores.

Para alcanzar una selectividad total, el interruptor diferencial situado aguas arriba debe ser de tipo selectivo. Los tiempos de disparo de los dos aparatos conectados en serie deben estar coordinados para que el tiempo total de disparo t_2 del interruptor situado aguas abajo sea menor que el tiempo límite de no respuesta t_1 del situado aguas arriba, para cualquier valor de corriente. De esta forma, el interruptor situado aguas abajo completa su apertura antes de que dispare el situado aguas arriba. Para garantizar una



selectividad total, el valor de la sensibilidad del aparato instalado aguas arriba debe ser mayor que el doble del situado aguas abajo según IEC 64-8/563.3. Por razones de seguridad, el valor de retardo, del tiempo de disparo del interruptor instalado aguas arriba, deben siempre estar por debajo de la curva de seguridad.

1.3.10.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

En cada uno de los elementos de corte o protección, un rótulo indicará el circuito a que pertenecen o en el que inciden.

Los elementos de corte y protección que conforman el cuadro principal de protección y control, se detallan en los esquemas unifilares y presupuesto que acompañan a esta memoria. El criterio que se ha seguido en su selección ha sido el de conseguir que la instalación eléctrica quede convenientemente protegida contra contactos directos, indirectos, sobrecargas y cortocircuitos, de tal forma que los interruptores magnetotérmicos limiten la intensidad máxima que pueda circular por los conductores del circuito en que están intercalados a valores iguales o inferiores a los permitidos por el REBT ITC-BT-19 (Tabla 1).

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial. Hay diferenciales que abarcan más de una línea, tal y como queda especificado en el documento PLANOS del proyecto.

Los diferenciales a utilizar serán de las siguientes sensibilidades y el lugar de su ubicación determinará la sensibilidad del mismo.

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Cabecera de la línea del C.G.D. | $I_s = 300 \text{ mA}$ |
| 2. En líneas de fuerza | $I_s = 300 \text{ mA}$ |
| 3. En líneas de alumbrado | $I_s = 30 \text{ mA}$ |



Se tendrá en cuenta a la hora de elegir los dispositivos diferenciales las siguientes premisas, el calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación. Los dispositivos de protección elegidos en este proyecto son de la marca Merlin Gerin y Legrand aunque cualquier otro que cumpliera las condiciones especificadas en el capítulo CALCULOS del proyecto estaría correctamente colocado.

La protección diferencial se incluirá en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares asegurándose así el riesgo de electrocución accidental en cualquier punto de la nave, la protección será selectiva y se dotará del retardo necesario a los dispositivos que estén aguas arriba de un retraso mínimo de 30 mS y un máximo de 60 mS desde la última línea secundaria que este protegida por dispositivo de protección diferencial hasta el interruptor diferencial principal.

Los dispositivos que se han colocado serán de la marca Merlin Gerin , tanto su disposición como poder de corte, calibre y N° de polos estará perfectamente explicado en el esquema unifilar que es adjunta en el documento Planos y la justificación de los mismos estará disponible en el documento CALCULOS del mismo.

1.4 ILUMINACION

1.4.1 ILUMINACIÓN INTERIOR

Para la iluminación de la nave se definen unas zonas diferenciadas según la función de la actividad que se realiza en ellas, como son; oficinas, vestuarios, salas de espera, zona de producción...

En cada zona se obtendrá un alumbrado general, con el que se procurara que el nivel de Iluminación sea lo mas uniforme posible en todo el recinto.

Para la elección de los equipo se adoptan como criterios principales la facilidad de la Instalación, el confort, el rendimiento y la economía.

El confort luminoso viene dado por la cantidad y calidad de luz que proporciona el sistema de luminarias. Se tiene en cuenta el flujo lumínico que debe incidir sobre el área a iluminar, la reflexión, temperatura de color e índice de reproducción cromática.

Se entiende por rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado, a la relación entre el

flujo emitido al exterior del aparato y el de la fuente o de las lámparas en el contenidas.

La eficiencia luminosa de la lámpara es la relación entre el flujo emitido por la lámpara misma y la potencia eléctrica utilizada para generarlo, que determina a su vez la economía del modelo escogido, su coste total y su duración en el tiempo.

Para la elección de las lámparas se tienen en cuenta los siguientes puntos:

- Potencia: La energía eléctrica que consume la lámpara para su funcionamiento.
- Flujo luminoso: Es la cantidad de luz emitida por una fuente en la unidad de tiempo. Su unidad representativa es el Lumen. La relación entre flujo luminoso y potencia determina la eficiencia luminosa en lumen / vatio.
- Rendimiento luminoso: El rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado es la relación entre el flujo emitido al exterior del aparato (F_a) y el de la fuente o de las fuentes (lámparas) en el contenidas (F_l). Su fórmula de cálculo es $h = F_a / F_l$, viene dado en unidades adimensionales.
- Posición de funcionamiento: La colocación del foco en la dirección de la perpendicular del plano a iluminar, determina la cantidad de flujo luminoso incidente en cada punto de la superficie iluminada.
- Coste: Se procura el coste más económico posible.

1.4.2 ILUMINANCIA EXTERIOR

Para la iluminación exterior se han elegido unas luminarias indicadas para exterior y se colocarán a lo largo de todo el perímetro de la nave para proporcionar visibilidad suficiente durante la noche. Se instalarán a 4 metros de altura sobre el suelo y a se dispondrán en los accesos de la nave.

La luminaria elegida es: Lámparas High-bay HPK SPK110 1xHPI-P400W-BU SGR/740 WB P1.

1.4.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la realización de los cálculos lumínicos se utiliza un programa informático de análisis luminotécnico, DIALux 4.10, el cual puede ser descargado gratuitamente de su página web.



Además, los fabricantes de luminarias ponen a nuestra disposición bases de datos para realizar los cálculos con sus propias luminarias, siendo compatibles con el software DIALux.

El programa DIALux 4.10 calcula las iluminancias y las luminancias sobre todas las superficies del ambiente, mobiliarios incluidos, considerando también las sombras que dichos muebles crearan, así como las texturas que los constituyen. El sistema procesa los datos de forma matricial en todos los puntos de la superficie.

La base de datos y cálculo del programa informático proporcionan los cálculos necesarios para el estudio lumínico; solo precisa ingresar los datos de las dimensiones del local, iluminancia media requerida, tipo de luminaria y lámpara escogida. El programa devuelve un esquema con el número de luminarias necesarias, su distribución geométrica y un detallado informe fotométrico del volumen y la superficie iluminada. Además, permite hacer ajustes sobre estas cuestiones.

La distribución geométrica de cada luminaria queda completamente definida en el apartado Planos del presente proyecto.

El DIALux 4.10 resulta una herramienta muy precisa y productiva; ahorra mucho tiempo dedicado a cálculos analíticos, y proporciona una información minuciosa de todos los puntos de la superficie de estudio.

Los resultados del estudio lumínico los encontraremos en los cálculos del presente proyecto.

1.4.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

1.4.4.1 INTRODUCCIÓN

Se denomina alumbrado de emergencia al circuito de alumbrado automático e independiente que se utiliza para señalar las zonas de evacuación en caso de emergencia y cuando no funcione el alumbrado habitual. La puesta en servicio de la alimentación de emergencia no depende de la intervención de un operador.

La Legislación española establece que deben estar dotados de alumbrados de emergencia todos los locales que sean de pública concurrencia tales como los de espectáculos y actividades recreativas (cines, estadios, discotecas...), los de reunión



(templos, bares, salas de congresos...), de trabajo, sanitarios así como cualquier local que tenga capacidad para más de cien personas.

La normativa define dos tipos de alumbrado de emergencia: el de seguridad y el de reemplazamiento.

Alumbrado de seguridad: El alumbrado de seguridad se divide a su vez en tres tipos: el de evacuación, el de ambiente o anti-pánico y el de zonas de alto riesgo.

Alumbrado de evacuación: Según ITC nº 28 del REBT (RD 842/2002) es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

Alumbrado ambiente o anti-pánico: Según ITC nº 28 del REBT (RD 842/2002) es el alumbrado de emergencia previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

Es el utilizado en grandes aglomeraciones de público tales como estadios de fútbol o grandes pabellones deportivos. Deberá funcionar como mínimo el tiempo que se considere necesario para asegurar la evacuación total del público que haya en dichas instalaciones.

Alumbrado de zonas de alto riesgo: Según ITC nº 28 del REBT (RD 842/2002) es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

Alumbrado de reemplazamiento

Se llama alumbrado de reemplazamiento al alumbrado especial de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales en casos de extrema necesidad, como por ejemplo los quirófanos de los hospitales. Y los campos de fútbol.

Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe estar situado preferentemente en los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.

- En los aseos generales de los edificios de acceso público, en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias, así como en las intersecciones de pasillos con las rutas de evacuación.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio, así como en las intersecciones de pasillos con las rutas de evacuación.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección, cerca de las escaleras de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa y cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- Con alumbrado de seguridad
- Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia. Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente
- En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.
- Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran, según lo establecido en 3.1.3.
- También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el Artículo 19 de la Norma Básica de Edificación NBE-CPI-96.

Deberán tener estudio y proyecto de alumbrado los siguientes recintos:

Ibon Ducun Berrio
Memoria

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación : 5 lúmenes / m²
- Flujo luminoso de las luminarias: ≥ 30 lúmenes
- Separación de las luminarias 4 h, siendo h la altura a la que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2.00 y 2.50 metros.

El **alumbrado de señalización** se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica admitida.

En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.



Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Normativa Sobre alumbrado de emergencia:

1.4.4.2 REGLAMENTACIÓN

UNE EN 60598-2-22: Normas europeas para alumbrado de emergencia siendo obligatorio su cumplimiento a partir del 1 de Septiembre de 1997

UNE 20 060.93: Normas españolas para luminarias de emergencia, complementarias de las normas europeas.

RTB: Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

NBE-CPI-96: Norma Básica de Edificación

Se habrá de cumplir lo establecido en la instrucción ITC-BT-28, de dotar de un Alumbrado de Emergencia tanto los locales de pública concurrencia como las zonas comunes en edificios de viviendas.

1.4.4.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

La Instalación del Alumbrado de Emergencia debe ser tal que cumpla el nivel mínimo de lux establecido en la ITC-BT-28. Se diseñará la distribución de los puntos de luz de acuerdo con los programas informáticos de iluminación de emergencia acreditados, debiendo especificarse el mismo, quedando claro el nivel de lux, la uniformidad y la



ubicación exacta (techo o pared, en este último su altura), así como la orientación del equipo y sus características lumínicas. Para lo cual se aportará los siguientes documentos:

- Plano de situación de las luminarias
- Relación de luminarias usadas en el plano
- Resultados del alumbrado antipánico:
 - Gráfico de tramas en el plano
 - Curvas Isolux del plano
- Resultados de alumbrado en los recorridos de evacuación:
 - Recorridos de evacuación
 - Puntos de seguridad de uso manual
 - Puntos de test
- Fichas técnicas

1.4.4.4 ACCIONAMIENTO DE LAS LUMINARIAS

El accionamiento de las luminarias situadas en la zona de producción, así como las situadas en los pasillos de paso, se realizará directamente maniobrando en el Cuadro de Alumbrado diseñado para tal fin, situado a la salida del pasillo 1.

Para los demás espacios, el accionamiento se realiza mediante interruptores convencionales, conmutadores y conmutadores de cruzamiento.

1.5 PUESTA A TIERRA

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, debido a cualquier tipo de defecto que aparezca en el circuito, así como para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la puesta a tierra de la instalación y según el reglamento en su instrucción 18, límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas será:

Locales húmedos	24 voltios
Locales secos	50 voltios

Los cuales serán siempre valores mínimos para la integridad del cuerpo humano.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de estas corrientes.



Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.5.2 OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA

La instalación a tierra se convierte en una especie de sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica de defecto que pueda aparecer en cualquier punto de la instalación o de fuera (descargas atmosféricas) mediante el circuito a tierra.

Esta paso de corriente producirá una distribución de potencial a lo largo del terreno, las cuales tendrán que ser lo mínimas posibles para la seguridad de las persona. Por ello y basándose en el Reglamento a la hora de proyectar una puesta a tierra se tendrá en cuenta:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Siendo de un grado importante de seguridad dentro de las instalaciones eléctricas habrá que realizar un estudio exhaustivo de las siguientes cuestiones antes de adoptar una solución:

- Los elementos que forman las instalaciones a proteger
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.5.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Tal y como lo establece el R.E.B.T en la instrucción 18 la puesta a tierra se compone de cinco elemento.



1. El terreno

El terreno será quien disipe toda la corriente. Si la puesta a tierra está correctamente instalada el terreno será quien absorba la corriente de defecto que pueda aparecer en el circuito. Cada terreno no es igual y tendrá diferentes capacidades para absorber la corriente. A esta capacidad de absorción se le llama resistividad, cualidad intrínseca de todos los materiales al paso de la corriente. Esta resistividad se medirá en $\Omega \cdot m$ y será básica a la hora de calcular una puesta a tierra correcta.

Debido a la no uniformidad en cuanto a su composición del terreno se mediará la resistividad promediando la resistividad de cada capa del terreno.

Según MIE-RAT-13-2 la investigación del terreno es un requerimiento básico a la hora de realizar un estudio de puesta a tierra exceptuando las instalaciones de tercera categoría e intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, donde la investigación de las características (MIE-RAT-13-4) se sustituye por un examen visual del terreno donde se utilizarán las tablas de la ITC-BT-18 para la obtención estimativa de una resistividad.

Toma de tierra.

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra constará de 3 partes diferenciadas:

1.1. Electrodo

Será la masa metálica que se encuentra en contacto con el terreno podrán ser de 2 tipos naturales o artificiales. Los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.



1.2. Líneas de enlace con tierra.

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm^2 de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

1.3. Puntos de puesta a tierra.

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

2. Línea principal de tierra.

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm^2 de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

3. Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Serán los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección



Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la MI-BT-18.

4. Conductores de protección.

Serán los conductores de cobre, que unirán eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra. En dimensionamiento de estos conductores dependerá de sección de los cables de fase a los que proteja.

1.5.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Según la ITC-BT-26 será de obligado cumplimiento que los siguientes dispositivos están colocados a tierra:

- a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

1.5.5 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA LA PUESTA DE TIERRA

Se tenderá un anillo con conductor de cobre de 35 mm² y a él se clavarán 4 picas de acero cobreado de 2 m. de longitud y 14,6 mm de diámetro, unidas entre sí con cable de cobre desnudo de 50 mm². Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Las vigas metálicas de la nave irán unidas directamente al conductor de cobre por medio de un conductor de Cu de 50 mm².



Como establece el Reglamento, el C.G.M.P se unirá al conductor principal de tierra mediante un conductor de 50 mm². Desde aquí se distribuirán los cables de protección a los diferentes cuadros y desde allí a las diferentes líneas secundarias. Todos los dispositivos de puesta a tierra como picas, grapas de puesta tierra, puntos de puesta a tierra etc., serán proyectados de la marca KLK.

1.6 COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Ciertos receptores necesitan campos magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores...) y consumen otro tipo de energía denominada energía reactiva.

El motivo es que este tipo de cargas (denominadas inductivas) absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos que necesitan para su funcionamiento y la entregan durante la destrucción de los mismos.

Este trasiego de energía entre los receptores y la fuente provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable directamente por los receptores.

Indirectamente la potencia útil que se puede disponer en una instalación aumenta conforme se mejora el $\cos \varphi$ de la instalación.

La potencia instantánea de una instalación se compone de dos sumandos: la potencia oscilante a una frecuencia doble de la fundamental, y la potencia media $P_m = V \cdot I \cdot \cos \varphi$ que realmente nos determina la potencia útil o activa de la instalación y que es un valor constante.

En la figura se puede observar cómo cuanto mejor es el $\cos \varphi$ de una instalación (más próximo a 1) la potencia media de la instalación en kW es mayor

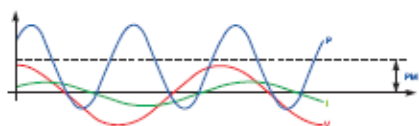


Fig. 2a: flujo de potencias en una instalación con $\cos \varphi = 0,78$.

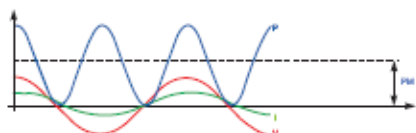


Figura 12

La conexión de cargas inductivas en una instalación provoca el desfase entre la onda de intensidad y la tensión. El ángulo φ mide este desfase e indica la relación entre la intensidad reactiva (inductiva) de una instalación y la intensidad activa de la misma.

Esta misma relación se establece entre las potencias o energías activa y reactiva. El $\cos \varphi$ indicará por tanto la relación entre la potencia activa y la potencia aparente de la instalación (los kVA que se pueden consumir como máximo en la misma). Por esta razón el $\cos \varphi$ indicará el “rendimiento eléctrico” de una instalación.

1.6.2 COMPENSACIÓN FIJA ACCIONADA POR CONTACTOR

Este sistema permite evitar el riesgo de sobreexcitación de los motores, compensando por lo tanto la totalidad de la potencia reactiva necesaria.

La instalación se debe realizar siempre aguas arriba del dispositivo de mando y protección del motor.

El contactor del condensador deberá ir enclavado con el dispositivo de protección del motor de manera que cuando el motor sea o bien desconectado, o bien provocada la apertura de su dispositivo de protección, el condensador debe quedar fuera de servicio.

Cálculo de la potencia a instalar

Según los datos calculados en el apartado cálculos y expuestos en las tablas, determinaremos el $\cos \varphi$ medio:



$$\cos \varphi = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{226.8}{260.4} = 0,87$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \cdot \tan \varphi = 127927 \text{ VAr}$$

Nos interesa conseguir un FP superior a 0,98 lo que implica una potencia reactiva de:

$$Q' = P \cdot \tan \varphi' = 46054.3 \text{ kVAr}$$

Entonces necesitamos compensar:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 81872.7 \text{ VAr}$$

1.6.3 COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA POR BATERIA DE CONDENSADORES

Qué dice el Reglamento de BT

Se realiza a continuación una interpretación a título orientativo de las indicaciones que aparecen en el nuevo REBT en la ITC-BT 43 - Apartado 2.7 Compensación del factor de potencia:

- Se podrá realizar la compensación de la energía reactiva pero en ningún momento
- la energía absorbida por la red podrá ser capacitiva.
- Para compensar la totalidad de una instalación, o partes de la misma que no funcionen simultáneamente, se deberá realizar una compensación automática.
- La instalación del equipo de compensación automática deberá asegurar que la variación del factor de potencia en la instalación no sea mayor de un $\pm 10 \%$ del valor medio obtenido en un prolongado período de funcionamiento.

Definición de una batería automática



Los 3 datos que definen una batería automática de condensadores son los siguientes:

- La potencia en kVAr, que vendrá dada por los cálculos efectuados y dependerá del $\cos \varphi$ objetivo que se desea tener en la instalación.
- La tensión nominal, que siempre deberá ser mayor o igual a la tensión de red.
- La regulación de la batería, que indicará el escalonamiento físico de la misma.

Regulación física

El escalonamiento o regulación física de una batería automática indica la composición y el número de los conjuntos condensador-contactor que la forman.

1.6.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

La idea es colocar una batería de condensadores en la acometida que compense toda la potencia reactiva generada por las máquinas, puesto que la compañía suministradora de energía eléctrica (en este caso Iberdrola), nos penalizaría mediante la aplicación de un recargo en la factura eléctrica si el FP es menor del 0,95

Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

El equipo seleccionado para mantener el factor de potencia por encima de 0,98 es una batería automática de condensadores de 87.5 kVAr de potencia reactiva, 7 escalones de 12.5, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, que se colocará en un local destinado a tal uso al lado del Cuadro General de BT.

1.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.7.1 INTRODUCCIÓN

El artículo 13 del REBT indica que, para la reserva de local, se seguirán las prescripciones recogidas en los artículos 45 y 47 del R.D. 1955/2000, de 1 de



diciembre, por el que se regulan las actividades de distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

1.7.2 CENTRO DE TRANSFORMACION

1.7.2.1 OBJETO

Este capítulo tiene por objeto definir las características del Centro de Transformación MT/BT destinado al suministro de energía eléctrica.

1.7.2.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Normas Generales:

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas particulares de IBERDROLA
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- UNE 20099, 20104-1
- CEI 129, 265-1, 298
- UNE 20100, 20135, 20081, 21136, 21139
- RU 6407B
- CEI 56, 420, 694
- UNE 20135, 20801
- CEI 255, 801
- UNE 20101



- UNE 21428
- RU 5201D

1.7.2.3 TITULAR

El Centro de transformación será propiedad de la empresa que fabrica bloques para automóviles

1.7.2.4 EMPLAZAMIENTO

El CT se ubicará junto a el aparcamiento y la entrada de empleados de la nave industrial situada en el polígono la nava, Tafalla.

1.7.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 13,2 kV y frecuencia de 50 Hz, realizandose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **CGMCOSMOS:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.7.2.6 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 226 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

1.7.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.7.3.1 OBRA CIVIL

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la



apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios



Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

1.3.3.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 360 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 16 kA eficaces.

2. Características de la Aparata de Alta Tensión

El Centro de Transformación, estará constituido por diferentes celdas las cuales serán las cuales desempeñarán las siguientes funciones predefinidas por el fabricante y que siguen un criterio estándar.

2.1. Celdas CGM

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado

2.2. Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

2.3. Cuba

La cuba está fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles y el gas SF₆ que se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura sin necesidad de reposición del gas durante toda su vida útil.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases, que en caso de arco interno, permite su salida por la parte trasera de la celda.

2.4. Interruptor/ Seccionador / Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible del sistema CGM tiene tres posiciones: Conectado, seccionado y puesto a tierra.



La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos, Uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra)

2.5. Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal y pueden ser accionados de forma manual y motorizada.

2.6. Fusibles

En las celdas CPM-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre carros que se introducen en los tubos portafusibles, de resina aislante y que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

2.7. Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante pasatapas estándar.

2.8. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM, pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de p.a.t. cuando la tapa frontal ha sido extraída.

2.9. Características eléctricas

Ibon Ducun Berrio
Memoria

Tensión Nominal	24
Nivel aislamiento frecuencia Industrial (1m)	
A tierra y entre fases(KV)	50
A la distancia de seccionamiento (KV).....	60
A impulso de rayo	
A tierra y entre fases(KV).....	125
A la distancia de seccionamiento (KV).....	145

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las Intensidades Nominales Térmica y Dinámica.

3. Características de la aparamenta de Baja Tensión

El elemento de salida en Baja Tensión será un interruptor automático de 400 que tiene como misión actuar como protección general de la instalación eléctrica de potencia en Baja Tensión.

4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión

4.1. Entrada/Salida 1: CGM-CML Interruptor seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA



- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A

Dispone también de captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas de la celda CML son:

- Capacidad de ruptura 400 A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/40 KA
- Capacidad de cierre 40 KA
- Mando interruptor Manual

4.2. Protección General 1: CGM-CPMF, Protección por fusibles

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra

ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada:	24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
- Intensidad asignada en la derivación:	200 A
- Intensidad fusibles:	3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
- Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min)a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
- Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
- Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	400 A

4.3. Medida: CGM-CMM, Medida

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo de 24 KV de Tensión Nominal y 400 A de Intensidad Nominal.

Sus dimensiones son 800 mm de ancho, 1.025 mm de fondo y 1.800 mm de alto.

La celda CMM, de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.



Esta celda contendrá tres transformadores de tensión y tres de Intensidad, de aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE, CEI y particulares de IBERDROLA que tendrán las siguientes características:

Transformadores de Intensidad:

- Relación de Transformación	15/5
- Potencia	15 VA
- Clase de precisión	0,5
- Intensidad térmica	80 In
- Sobreintensidad admisible permanente	1,2 In
- Aislamiento	
Tensión nominal (KV)	24
A frec. Industrial (1m)	50
A impulso de Rayo (1,2/50) (KV)	125

Transformadores de Tensión

- Relación de Transformación	13.200:V3/110:V3
- Potencia	50 VA
- Clase de precisión	0,5
- Sobretensión admisible permanente	1,2 Vn
- Aislamiento	
Tensión nominal (KV)	24
A frec. Industrial (1m)	50
A impulso de Rayo (1,2/50) (KV)	125

4.4. Transformación de Potencia: Transformador 1

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas en el apartado 3.1.1., con neutro accesible en el secundario de las siguientes características:

- Potencia Nominal	250 KVA
- Tensión primario	13.200 V $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$
- Tensión secundario (vacío)	420 V
- Tensión de cortocircuito (U_{cc})	4%



- Grupo de conexión Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

5. Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión

La descripción y características técnicas de estos cuadros se especificarán en el preceptivo proyecto de la Instalación Eléctrica de Baja Tensión para el local comercial al que abastece de energía el Centro de Transformación objeto de este proyecto.

6. Características del material vario de AT y BT

El material vario del C.T. es aquel que , aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

6.1. Interconexiones de AT

Los puentes de AT que unen la celda de medida con el transformador de potencia, estarán constituidos por cables unipolares del tipo DHZ1 de 12/20 KV de Al de 1*50 mm² y terminaciones ELASTIMOLD de 24 KV del tipo cono difusor y modelo MSC en un extremo y del tipo enchufable y modelo K-158-LR en el otro extremo.

6.2. Interconexiones de Baja Tensión

Los puentes de BT que unen el secundario del transformador de potencia con el interruptor automático de protección general de la instalación de BT, se ejecutarán con conductores de cobre de 1*185 mm² para las fases y de 1*95 para el neutro.

6.3. Defensa del transformador

Constituida por rejilla metálica y perfilera metálica de sustentación de la misma y diseñada de forma que impida el contacto de personas con partes activas de la instalación.

6.4. Alumbrado general y Alumbrado de Emergencia del local del C.T.



El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

1.7.3.2 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía eléctrica se realizará mediante contadores de energía activa y reactiva, conectados al secundario de los transformadores de intensidad y tensión de la celda de medida.

Los contadores se instalarán en un armario que contendrá también un maxímetro y un reloj que permita la tarificación por discriminación horaria.

La celda CMM, de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

1.7.3.3 PUESTAS A TIERRA

1. Tierra de Protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

2. Tierra de Servicio



Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.7.3.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS

1. Protección contra incendios

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5 kg.

2. Señalizaciones y equipos auxiliares

Contará el Centro con los siguientes elementos de protección y señalización:

- A. Placas de Riesgo Eléctrico
- B. Armario de Primeros auxilios
- C. Alfombrillas aislantes para 30 KV
- D. Guantes aislantes para 20 KV
- E. Estuche para guantes
- F. Portafusibles
- G. Pértiga de salvamento
- H. Pértiga detectora de tensión
- I. 4 Placas de “Peligro de Muerte”
- J. Placa de “Primeros auxilios
- K. Placa de “Cinco Reglas”
- L. 3 Fusibles de repuesto
- M. Banquillo aislante 24 KV

3. Tomas de corriente

Se colocarán 1 tomas de corriente monofásica de 16 A.



4. Alumbrado de Emergencia

Se dotará de alumbrado de emergencia mediante una luminaria colocada encima de la puerta de entrada al transformador.

1.8 CONCLUSIÓN FINAL

Como conclusión final cabe decir que tras lo descrito en el presente documento MEMORIA y con los documentos CÁLCULOS, PLANOS y PRESUPUESTO, el proyecto quedará perfectamente definido y explicado.

Pamplona, Agosto de 2012

El Ingeniero Técnico Industrial

Ibón Ducun Berrio



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÁLCULOS

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012



INDICE

2. CÁLCULOS

2.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO	1
2.1.1 Cálculo de iluminación interior	1
2.1.2 Cálculo de iluminación exterior	2
2.2 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE LÍNEA	3
2.1.1 Introducción	3
2.1.2 Intensidad de línea general de alimentación (CT-CDG)	4
2.1.3 Intensidad de línea de los Cuadros auxiliares	5
2.1.4 Intensidades de línea de diferentes receptores	6
2.3 CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLE	10
2.3.1 Introducción	10
2.3.2 Sección a intensidad máxima admisible ($I'c$)	10
2.3.3 Caída de tensión	10
2.3.4 Interpretación de las tablas	11
2.3.5 Tablas: Aislamiento, sección y caídas de tensión	11
2.4 CÁLCULO DE CANALIZACIONES	17
2.4.1 Introducción	17
2.5 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y PROTECCIONES	23
2.5.1 Introducción	23
2.5.2 Cálculo de I_{cc} en el secundario del transformador	23
2.5.3 Cálculo de ICC en líneas y protecciones	24
2.6 CÁLCULOS EN EL TRANSFORMADOR	29
2.6.1 Introducción	29
2.6.2 Intensidad en Alta Tensión	29
2.6.3 Intensidad en Baja Tensión	29
2.6.4 Cortocircuitos	30
2.6.5 Dimensionado del embarrado	31
2.6.6 Selección de las protecciones de A.T. y B.T.	32
2.6.7 Dimensionado de la ventilación del C.T.	32
2.6.8 Dimensionamiento del pozo apagafuegos	33
2.6.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	33
2.7 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	38
2.7.1 Características del electrodo	39
2.8 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA	41
ANEXO DIALUX	

2.1 CALCULO LUMINOTÉCNICOS

2.1.1 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

Para el cálculo de la iluminación interior se ha usado el programa Dialux. Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuadas para cada una, este nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo. Todo esto ha sido explicado detalladamente en la memoria del presente proyecto. Las hojas de cálculo que resultan del programa se encuentran en el anexo.

Tabla resumen del alumbrado interior de la nave:

Localización	Nº de luminarias	Potencia (P/U)	P (kW)	S (kVA)	Tipo de luminaria
Zona de producción	28	0,428	11,98	11,98	Philips HPK080 1xSON400W R GC
Zona de Fusión	6	0,431	2,586	2,586	Philips HPK080 1xSON400W R GC
Recepción	9	0.102	0.918	0.918	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H
Sala de descanso	12	0.051	0.612	0.612	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H
Aseos Hombres	6	0.051	0.306	0.306	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H
Aseos Mujeres	6	0.051	0.306	0.306	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H
Vestuario Hombres	30	0,034	1,02	1,02	Philips FBS122 2xPL- C/2P13W O
Vestuario Mujeres	30	0,034	1,02	1,02	Philips FBS122 2xPL- C/2P13W O
Pasillo 1	6	0,063	0,378	0,378	Philips TBS424 4xTL5- 14W HFP C5-H GT
Pasillo 2	6	0,063	0,378	0,378	Philips TBS424 4xTL5- 14W HFP C5-H GT
Taller de	9	0,110	0,990	0,990	Mazda TCS097 2xTL-

Mantenimiento					D58W HFP VP
Cuarto de Cuadro General	4	0,036	0,114	0,114	Philips TMX400 1xTL-D36W HFP +GMX450 R +GGX450 C6
Garaje	12	0.0665	0.798	0.798	Philips TMX400 1xTL-D58W/830 CON +GMX450 +GGX450 C6
Almacén	12	0.085	1.020	1.020	Philips TMX204 2xTL-D36W/830 CON +GMX450 RP +GGX450 M2
Director General	4	0.0695	0.834	0.834	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5
Sala de Reuniones	4	0.0695	0.834	0.834	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5
Oficina Técnica	6	0.0695	0.417	0.417	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5
	TOTAL		24,511	24,511	

2.1.2 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para la iluminación exterior se ha elegido luminarias indicadas para exteriores que serán colocadas a lo largo del perímetro de la nave, proporcionando visibilidad suficiente durante la noche.

Quedarán instaladas a 4 metros de altura sobre el suelo.

Localización	Tipo de luminaria	Potencia (P/U)	P (kW)	Cos γ	S(kVA)
Exterior Fachada	Lamparas High-bay HPK SPK110 1xHPI-P400W-BU SGR/740 WB P1	0.482	2.41	1	2.41
	TOTAL		2.41		2.41

2.2 CALCULO DE INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se calcularán las intensidades que circulan por los diferentes circuitos para su posterior utilización en los apartados del presente documento.

Inicialmente se calcularán las corrientes que alimentarán a los diferentes receptores a lo largo de toda la nave industrial. Para ello se dividirán los receptores dependiendo del tipo de alimentación.

Para Receptores monofásicos se utilizará:

$$I_n = \frac{P}{V * \cos \varphi}$$

Para Receptores trifásicos se utilizará:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

Donde:

I_n = intensidad nominal, en A.

P = potencia activa consumida por el receptor.

V = tensión nominal (230/400V).

$\cos \varphi$ = factor de potencia del receptor.

También se calculará la I_c , que corresponde a la intensidad nominal (I_n) multiplicada por un factor de corrección que depende del tipo de receptor (un solo motor, varios motores, lámparas de descarga, etc.).

2.2.2 INTENSIDAD DE LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (CT-CDG)

Podríamos calcular la intensidad máxima admisible con la potencia máxima que nos podrían solicitar las cargas en un instante dado, pero debido a las posibles ampliaciones o al aumento de demanda eléctrica debido al aumento de consumo de las máquinas se ha decidido hacer el cálculo mediante la potencia nominal del transformador. Así, tendremos un conductor sobredimensionado pero útil en caso de ampliaciones futuras. Partiendo de la base calculada en el apartado de PREVISIÓN DE CARGAS del documento MEMORIA se tendrá un transformador con una potencia aparente de:

$$S = 250 \text{ kVA.}$$

El cual alimentara a

$$V = 400 \text{ V}$$

De lo cual se deduce una corriente nominal de:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = 360.84 \text{ A}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.D.G. se hará subterránea por medio de tres cables unipolares más el neutro de sección $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 95 \text{ mm}^2$ de polietileno reticulado como material aislante, según lo establecido en el RBT-ITC-07. La protección será de 95 mm^2

$$L = 12 \text{ m}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I_n * \cos \varphi}{S * \gamma} = 1.52 \text{ V}$$

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V * 100}{400} = 0.38 \%$$

Hay que calcular las intensidades que circula por cada tramo de la Línea de las instalaciones desde la salida del Centro de Transformación hasta los diferentes receptores instalados en la nave.

2.2.3 INTENSIDAD DE LÍNEA DE LOS CUADROS AUXILIARES

Tabla correspondiente al cálculo de intensidades de los receptores.

Cuadro	P (kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Ic(A)	Fase
LÍNEA 1 cuadro auxiliar 1	20,14	400	0,97	29,96	47,03	Trifásica
LÍNEA 2 cuadro auxiliar 2	28,21	400	0,87	46,8	54,28	Trifásica
LÍNEA 3 cuadro auxiliar 3	4,44	400	0,98	6,4	9,5	Trifásica
LÍNEA 4 cuadro auxiliar 4	25,3	400	0,88	41,49	48,95	Trifásica
LÍNEA 5 cuadro auxiliar 5	55,8	400	0,85	94,75	113,17	Trifásica
LÍNEA 6 cuadro auxiliar 6	19,59	400	0,93	30,40	43,3	Trifásica
LÍNEA 7 cuadro auxiliar 7	35,8	400	0,85	60,79	75,98	Trifásica
LÍNEA 8 cuadro alumbrado	17,82	400	1	25,72	46,29	Trifásica

Tabla 1

De donde:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

$$I_c = I_n * F_c$$

I_c = intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de descarga, etc), en A.

2.2.4 INTENSIDADES DE LÍNEA DE DIFERENTES RECEPTORES

Cálculo de las intensidades de línea de diferentes receptores instalados en la nave (fuerza, tomas de corriente, alumbrado, etc).

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 1.1	Tomas de corriente	4,05	400	0,95	6.88	1	6,88	Monofásica
Línea 1.2	Iluminación zona Recepción	0.91	230	1	3.98	1.8	7,16	Monofásica
Línea 1.3	Iluminación zona Sala de Descanso	0.61	230	1	2.66	1.8	4,78	Monofásica
Línea 1.4	Iluminación zona Oficina de Técnica	0.41	230	1	1.80	1.8	3,24	Monofásica
Línea 1.5	Iluminación zona Director General	0.83	230	1	3,6	1.8	6,49	Monofásica
Línea 1.6	Iluminación Sala de Reuniones	0.83	230	1	3,6	1.8	6,49	Monofásica
Línea 1.7	Línea de Climatizadores	12.50	400	0.85	21.22	1.00	21.22	Trifásica

Tabla 2: Cuadro auxiliar 1

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 2.1	Cinta transportadora	6,1	400	0.8	10.36	1.25	12.95	Trifásica
Línea 2.2	Tambor liberador de moldes	8,8	400	0.85	15.88	1.25	19.31	Trifásica
Línea 2.3	Dispositivo de vaciado	5,8	400	0.85	9.85	1.25	12,31	Trifásica
Línea 2.4	Zaranda	5,5	400	0.85	9,33	1.25	11,67	Trifásica
Línea 2.5	Tomas de corriente trifásica	1,5	400	0,95	5.84	1	5.84	Trifásica

Línea 2.6	Tomas de corriente monofásica	0,51	230	0,95	2.2	1	2.2	Monofásica
------------------	-------------------------------	------	-----	------	-----	---	-----	------------

Tabla 3: Cuadro auxiliar 2

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 3.1	Tomas de corriente	1,8	230	0.95	7.83	1	7.83	Monofásica
Línea 3.2	Iluminación aseos	0,6	400	1	2.75	1.8	4.94	Monofásica
Línea 3.2	Iluminación vestuarios	2.04	400	1	9.34	1.8	16.81	Monofásica

Tabla 4: Cuadro auxiliar 3

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 4.1	Cinta transportadora	6,1	400	0.8	10.36	1.25	12.95	Trifásica
Línea 4.2	Refrigerador	4,6	400	0.8	8,29	1.25	10,37	Trifásica
Línea 4.3	Tolva adhesivos	5,8	400	0.85	10,46	1.25	13,08	Trifásica
Línea 4.4	Colector de polvo	1,9	400	0.8	3,42	1.25	4,28	Trifásica
Línea 4.5	Panel de control	2	400	0.9	3,2	1.25	4	Trifásica
Línea 4.6	Dispositivo de limpieza	2,1	400	0,98	3,1	1,25	3,86	Trifásica
Línea 4.7	Tomas de corriente trifásica	2,1	400	0,95	5.84	1	5.84	Trifásica
Línea 4.8	Tomas de corriente monofásica	0,7	230	0,95	3.04	1	3.04	Monofásica

Tabla 5: Cuadro auxiliar 4

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 5.1	Maquina de Moldeado automática	26.2	400	0,85	44,4	1.25	55,6	Trifásica
Línea 5.2	Cinta transportadora	7,9	400	0,8	14,25	1,25	17,81	Trifásica
Línea 5.3	Balanza y dispositivos de cambio de cubierta	2	400	0,85	3,39	1.25	4,24	Trifásica
Línea 5.4	Descargador de moldes	3,8	400	0,85	6,45	1.25	8,06	Trifásica
Línea 5.5	Camión de transferencia	1,9	400	0,8	3,42	1.25	4,28	Trifásica
Línea 5.6	Maquina de Moldeado	7	400	0,8	12,62	1.25	15,78	Trifásica
Línea 5.7	Transportador de Moldes	2,2	400	0,85	3,73	1.25	4,66	Trifásica
Línea 5.8	Tomas de corriente Monofásica	1,2	230	0,95	5.22	1	5.22	Monofásica
Línea 5.9	Tomas de corriente Trifásica	3,6	400	0,95	5.84	1	5.85	Trifásica

Tabla 6: Cuadro auxiliar 5

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 6.1	Soldadora	5	400	0,9	8,01	1.00	8.01	Trifásica
Línea 6.2	Fresadora	0.79	400	0,9	1,26	1.00	1.26	Trifásica
Línea 6.3	Torno	0,6	400	0,9	0,96	1.00	0.96	Trifásica
Línea 6.4	Iluminación zona Almacén	1.02	230	1	4.67	1.8	8.4	Monofásica
Línea 6.5	Iluminación zona Garaje	0.79	230	1	3.62	1.8	6.51	Monofásica

Línea 6.6	Iluminación Taller de mantenimiento	0.99	230	1	4.53	1.8	8.16	Monofásica
Línea 6.7	Tomas Monofásicas	2.94	230	0,95	12.78	1.00	12.78	Monofásica
Línea 6.8	Tomas de corriente trifásicas	4,05	400	0,95	5.84	1.00	5.84	Trifásica
Línea 6.9	Puertas automáticas	4,4	400	0,85	7,47	1,25	9,33	Trifásica

Tabla 7: Cuadro auxiliar 6

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 7.1	Horno de fundición	29,8	400	0,85	50,60	1,25	63,25	Trifásica
Línea 7.2	Máquina explosión	6	400	0,85	10,18	1,25	12,73	Trifásica

Tabla 8: Cuadro auxiliar 7

Línea	Descripción	P(kW)	V(v)	Cosφ	In(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
Línea 8.1	Alumbrado de Emergencia Nave	0.10	230	1	0.46	1.8	0.82	Monofásica
Línea 8.2	Alumbrado Exterior	2,41	230	1	10,47	1.8	19.85	Monofásica
Línea 8.3	Iluminación Pasillos	0,75	230	1	3,28	1.8	6.18	Monofásica
Línea 8.4	Iluminación zona fundición	2.58	230	1	11,21	1.8	21.25	Monofásica
Línea 8.5	Iluminación zona producción	11,98	230	1	54,08	1.8	98,75	Monofásica

Tabla 9: Cuadro Alumbrado

2.3 CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLE

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de la sección de cada línea se tendrán en cuenta 2 criterios:

2.3.2 SECCIÓN A INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I'c)

Se calculará la I'c referida a cada línea, la cual vendrá definida por la siguiente ecuación:

$$I'c = \frac{I_c}{F_c}$$

Para el cálculo de líneas interiores se utilizarán las tablas que vienen en la ITC-BT-09.
Para las líneas subterráneas se utilizarán las tablas que vienen en la ITC-BT-07.

2.3.3 CAIDA DE TENSIÓN

Las ecuaciones que se utilizarán para el cálculo de las caídas de tensión serán las siguientes, dependiendo de la naturaleza del receptor se tendrá:

Trifásico:

$$\Delta V (v) = \frac{\sqrt{3} * I_c * \cos \varphi * L}{S * \gamma}$$

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V * 100}{V_L}$$

Monofásico

$$\Delta V (v) = \frac{2 * I_c * \cos \varphi * L}{S * \gamma}$$

$$\Delta V (\%) = \frac{CDT * 100}{V_f}$$

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la In intensidad nominal y la Ic se calculará la I'c :

1. Fc= Factor de corrección, dependerá de los diferentes factores que pueden afectar al conductor, como son la temperatura ambiente, el tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.
2. Ic'= Es la intensidad resultante de dividir la Ic por el Fc.



3. Se calcula la Intensidad Máxima Admisible (I_{adm}) teniendo en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y se elige la sección que corresponda a la I_{adm} .
4. Se calcula la caída de tensión que sufrirá cada circuito de la instalación. En el caso de que haya más de un receptor por circuito se tendrá en cuenta a la hora de hacer el cálculo el receptor más lejano.
 - La caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado.
 - La caída de tensión debe ser menor del 5% para receptores de fuerza.

Donde:

ΔV = caída de tensión en voltios (V).

L = longitud de la línea en metros (m).

I_n = intensidad nominal de la línea en amperios (A).

$\cos\phi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.

γ = conductividad del material del conductor ($Cu=56$)

S = sección del cable en mm^2 .

2.3.4 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS

A continuación se designan los diferentes parámetros que conforman las tablas, junto al significado de cada uno de los elementos:

- Línea = designación de la línea eléctrica a la que se hace referencia.
- I_n = intensidad (A)
- $\cos\phi$ = factor de potencia
- I_c = intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección
- I_c' = intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c , en A.
- S = sección del conductor a utilizar, en mm^2
- Aislamiento: tipo de aislamiento que lleva el cable que utilizamos.
- L = longitud de la línea, en m.
- ΔV = caída de tensión de la línea, en V.
- $\Delta V \%$ = caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.

Para el cálculo de sección del cable de protección se tendrá en cuenta la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm^2)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 10

2.4 TABLAS: AISLAMIENTO, SECCIÓN Y CAIDAS DE TENSIÓN

Línea	In(A)	Ic(A)	Cosφ	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	Δ V (v)	Δ V %
Cuadro Auxiliar 1	29,96	47,03	0,97	0.8	58,78	PVC	4*25+16T	37.3	1.23	0.20
Cuadro Auxiliar 2	46,8	54,28	0,87	0,8	67,8	PVC	4*25+16T	30.51	1.5	0.72
Cuadro Auxiliar 3	6.4	9.3	0,98	0.8	10,73	PVC	4*10+10T	5.2	0.37	1.55
Cuadro Auxiliar 4	41,49	48,95	0,88	0.8	61,18	PVC	4*25+16T	4.5	0.22	0.80
Cuadro Auxiliar 5	94,75	113,17	0,85	0.8	141,46	PVC	4*50+25T	91.3	2.53	0.63
Cuadro Auxiliar 6	30,40	45.6	0,93	0.8	57	PVC	4*25+16T	58.9 b	1.87	0.81
Cuadro Auxiliar 7	60,79	75,98	0,85	0.8	94,97	PVC	4*50+25T	30.2	1.83	0.79
Cuadro Alumbrado	25,72	46,29	1	0.8	57,86	PVC	4*25+16T	48.3	1.17	0.51

Tabla 11

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	Δ V (v)	Δ V %
Línea 1.1	6,88	0.8	8.6	PVC	2*6+6T	30	0.82	0.205
Línea 1.2	7,16	0.8	8.95	PVC	2*1.5+1.5T	23	1.31	0.33
Línea 1.3	4,78	0.8	5.97	PVC	2*1.5+1.5T	24	1.66	0.415
Línea 1.4	3,24	0.8	4.05	PVC	2*1.5+1.5T	34	1.92	0.48
Línea 1.5	6,49	0.8	8.11	PVC	2*1.5+1.5T	55	0.67	0.17

Línea 1.6	6,49	0.8	8.11	PVC	2*1.5 +1.5T	22	2.645	0.66
Línea 1.7	21.22	0.8	26.52	PVC	4*16 +16T	34	1.87	0.41

Tabla 12: Cuadro 1

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	Δ V (v)	Δ V %
Línea 2.1	12.95	0.8	16.18	PVC	4*10 +10T	25	1.78	0.445
Línea 2.2	19.31	0.8	23.35	PVC	4*10 +10T	22	2.28	0.57
Línea 2.3	12,31	0.8	15.38	PVC	4*6 +6T	33	2.056	0.514
Línea 2.4	11,67	0.8	14.58	PVC	4*6 +6T	43	0.625	0.16
Línea 2.5	5.84	0.8	7.3	PVC	4*4 +4T	27	0.48	0.12
Línea 2.6	2.2	0.8	2.52	PVC	2*2.5+2.5 T	33	0.38	0.15

Tabla 13: Cuadro 2

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	Δ V (v)	Δ V %
Línea 3.1	7.83	0.8	9.79	PVC	2*4 +4T	34	2.47	0.62
Línea 3.2	4.94	0.8	6.17	PVC	2*1.5 +1.5T	26	0.36	0.09
Línea 3.3	16.81	0.8	21.01	PVC	2*1.5 +1.5T	22.3	1.11	0.28

Tabla 14: Cuadro 3

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	ΔV (v)	ΔV %
Línea 4.1	12.95	0.8	16.18	PVC	4*10 +10T	18	0.34	0.085
Línea 4.2	10,37	0.8	12.96	PVC	4*6 +6T	19	0.88	0.22
Línea 4.3	13,08	0.8	16.35	PVC	4*10 +10T	16	1.53	0.38
Línea 4.4	4,28	0.8	5.35	PVC	4*10 +10T	15.06	0.33	0.08
Línea 4.5	4	0.8	5	PVC	4*6 +6T	17.05	0.42	0.10
Línea 4.6	3,86	0.8	4.82	PVC	4*6 +6T	14.2	0.46	0.094
Línea 4.7	5.84	0.8	7.3	PVC	4*6 +6T	25	2.56	0.62
Línea 4.8	3.04	0.8	3.8	PVC	2*6 +6T	24	2.6	0.56

Tabla 15: Cuadro 4

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	ΔV (v)	ΔV %
Línea 5.1	55,6	0.8	69.5	PVC	4*25 +16T	12.6	0.31	0.08
Línea 5.2	17,81	0.8	22.26	PVC	4*10 +10T	21.2	0.50	0.125
Línea 5.3	4,24	0.8	5.3	PVC	4*6 +6T	26.62	0.57	0.14
Línea 5.4	8,06	0.8	10	PVC	4*6 +6T	17.32	1.93	0.48

Línea 5.5	4,28	0.8	5.35	PVC	4*6 +6T	28.87	2.44	0.61
Línea 5.6	15,78	0.8	19.72	PVC	4*10 +10T	11.98	6.27	1.57
Línea 5.7	4,66	0.8	5.82	PVC	4*6 +6T	12.3	3.2	2.3
Línea 5.8	5.22	0.8	6.52	PVC	2*6 +6T	26.6	0.86	0.25
Línea 5.9	5.85	0.8	7.31	PVC	4*6 +6T	26.2	0.67	0.36

Tabla 16: Cuadro 5

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	Δ V (v)	Δ V %
Línea 6.1	8.01	0.8	10.01	PVC	4*6+6T	22.3	1.30	0.56
Línea 6.2	1.26	0.8	1.57	PVC	4*4+4T	19.85	1.25	0.54
Línea 6.3	0.96	0.8	1.2	PVC	4*4+4T	27.38	2.93	1.27
Línea 6.4	8.4	0.8	9.96	PVC	4*1.5 +1.5T	10.3	3.36	1.46
Línea 6.5	6.51	0.8	7.71	PVC	4*1.5 +1.5T	15	1.23	0.53
Línea 6.6	8.16	0.8	9.67	PVC	4*1.5 +1.5T	12.7	0.56	0.24
Línea 6.7	12.78	0.8	16	PVC	4*6 +6T	17.6	0.39	0.17
Línea 6.8	5.84	0.8	7.3	PVC	2*6 +6T	29.1	0.53	0.23
Línea 6.9	9.33	0.8	11.66	PVC	2*6 +6T	23.5	2.34	1.02

Tabla 17: Cuadro 6



Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	ΔV (v)	ΔV %
Línea 7.1	63,25	0.8	79.06	PVC	4*35 +16T	17.8	2.74	1.19
Línea 7.2	12,73	0.8	15.91	PVC	4*10 +10T	23.29	2.13	0.92

Tabla 18: Cuadro 7

Línea	Ic(A)	Fc	Ic'(A)	Aislamiento	S (mm²)	L (m)	ΔV (v)	ΔV %
Línea 8.1	0.82	0.8	1.025	PVC	2*1.5 +1.5T	32.8	3.55	1.54
Línea 8.2	19.85	0.8	23.5	PVC	2*6 +6T	37.2	4.10	1.78
Línea 8.3	6.18	0.8	27.7	PVC	2*1.5 +1.5T	33.1	4.52	1.96
Línea 8.4	21.25	0.8	25.23	PVC	2*10 +10T	38.8	2.75	1.19
Línea 8.5	98,75	0.8	123.18	PVC	2*70+35T	23.3	4.56	1.86

Tabla 19: Cuadro Alumbrado

2.4 CÁLCULO DE CANALIZACIONES

2.4.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de las canalizaciones se basará, como dicta en la memoria del presente proyecto en las reglas y tablas aplicar según lo establecido en la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

También se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis hechas por el proyectista con el fin de obtener una mejor adecuación del proyecto a la instalación real:

Canalización general: se tendrá en cuenta en la ITC-BT-20 apto. 2.2.9

Maquinaria: Tabla 7 de la ITC-BT-21

Iluminación: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21

Tomas de Corriente: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21

Puertas automáticas: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21

Extractores: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21

Se debe de aclarar que las conducciones de las líneas principales desde el Cuadro General hasta los diferentes cuadros auxiliares se realizarán mediante bandeja metálica según lo indicado en la memoria de este proyecto.

Línea	Ic'(A)	S (mm ²)	Tubo (mm ²)	L (m)
Cuadro Auxiliar 1	58,78	4*25 +16T	50	37.3
Cuadro Auxiliar 2	67,8	4*25 +16T	50	30.51
Cuadro Auxiliar 3	10,73	4*10 +10T	32	5.2
Cuadro Auxiliar 4	61,18	4*25 +16T	50	4.5
Cuadro Auxiliar 5	141,46	4*50 +25T	50	91.3
Cuadro Auxiliar 6	57	4*25+16T	50	58.9
Cuadro Auxiliar 7	94,97	4*50 +25T	50	30.2
Cuadro Auxiliar 8	57,86	4*25 +16T	50	48.3

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 1.1	Tomas de corriente	8.6	2*6 +6T	25	30
Línea 1.2	Iluminación zona Recepción	8.95	2*1.5 +1.5T	16	23
Línea 1.3	Iluminación zona Sala de Descanso	5.97	2*1.5 +1.5T	16	24
Línea 1.4	Iluminación zona Oficina de Técnica	4.05	2*1.5 +1.5T	16	34
Línea 1.5	Iluminación zona Director General	8.11	2*1.5 +1.5T	16	55
Línea 1.6	Iluminación Sala de Reuniones	8.11	2*1.5 +1.5T	16	22
Línea 1.7	Línea de Climatizadores	26.52	4*16 +16T	40	34

Tabla 20: Cuadro 1

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 2.1	Cinta transportadora	16.18	4*10 +10T	32	25
Línea 2.2	Tambor liberador de moldes	23.35	4*10 +10T	32	22
Línea 2.3	Dispositivo de vaciado	15.38	4*6 +6T	25	33
Línea 2.4	Zaranda	14.58	4*6 +6T	25	43
Línea 2.5	Tomas de corriente trifásica	7.3	4*6 +6T	25	27

Línea 2.6	Tomas de corriente monofásica	2.52	2*2.5+2.5T	20	33
------------------	-------------------------------	------	------------	----	----

Tabla 21: Cuadro 2

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 3.3	Tomas de corriente	9.79	2*4 +4T	20	34
Línea 3.4	Iluminación aseos	6.17	2*1.5 +1.5T	16	26
Línea 3.5	Iluminación vestuarios	21.01	2*2.5 +2.5T	16	22.3

Tabla 22: Cuadro 3

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 4.1	Cinta transportadora	16.18	4*10 +10T	32	18
Línea 4.2	Refrigerador	12.96	4*6 +6T	25	19
Línea 4.3	Tolva adhesivos	16.35	4*10 +10T	32	16
Línea 4.4	Colector de polvo	5.35	4*6 +6T	32	15.06
Línea 4.5	Panel de control	5	4*6 +6T	25	17.05
Línea 4.6	Dispositivo de limpieza	4.82	4*6 +6T	25	14.2
Línea 4.7	Tomas de corriente trifásica	7.3	4*6 +6T	25	25
Línea 4.8	Tomas de corriente monofásica	3.8	2*6 +6T	25	24

Tabla 23: Cuadro 4

Línea	Descripción	Ic' (A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 5.1	Maquina de Moldeado automática	69.5	4*25 +16T	50	12.6
Línea 5.2	Cinta transportadora	22.26	4*10 +10T	32	21.2
Línea 5.3	Balanza y dispositivos de cambio de cubierta	5.3	4*6 +6T	25	26.62
Línea 5.4	Descargador de moldes	10	4*6 +6T	25	17.32
Línea 5.5	Camión de transferencia	5.35	4*6 +6T	25	28.87
Línea 5.6	Maquina de Moldeado	19.72	4*10 +10T	32	11.98
Línea 5.7	Transportador de Moldes	5.82	4*6 +6T	25	12.3
Línea 5.8	Tomas de corriente Monofásica	6.52	2*6 +6T	25	26.6
Línea 5.9	Tomas de corriente Trifásica	7.31	4*6 +6T	25	26.2

Tabla 24: Cuadro 5

Línea	Descripción	Ic' (A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 6.1	Soldadora	10.01	4*6+6T	25	22.3
Línea 6.2	Fresadora	1.57	4*4+4T	25	19.85

Línea 6.3	Torno	1.2	4*4+4T	25	27.38
Línea 6.4	Iluminación zona Almacén	9.96	4*1.5 +1.5T	16	10.3
Línea 6.5	Iluminación zona Garaje	7.71	4*1.5 +1.5T	16	15
Línea 6.6	Iluminación Taller de mantenimiento	9.67	4*1.5 +1.5T	16	12.7
Línea 6.7	Tomas Monofásicas	16	4*6 +6T	25	17.6
Línea 6.8	Tomas de corriente trifásicas	7.3	2*6 +6T	25	29.1
Línea 6.9	Puertas automáticas	11.66	2*6 +6T	25	23.5

Tabla 25: Cuadro 6

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 7.1	Horno de fundición	79.06	4*35 +16T	50	17.8
Línea 7.2	Máquina explosión	15.91	4*10 +10T	32	23.29

Tabla 26: Cuadro 7

Línea	Descripción	Ic'(A)	S (mm²)	Tubo (mm²)	L (m)
Línea 8.1	Alumbrado de Emergencia Nave	1.025	2*1.5 +1.5T	16	32.8
Línea 8.2	Alumbrado Exterior	23.5	2*6 +6T	25	37.2
Línea 8.3	Iluminación Pasillos	27.7	2*1.5 +1.5T	16	33.1



Línea 8.4	Iluminación zona fundición	25.23	2*10 +10T	32	38.8
Línea 8.5	Iluminación zona producción	123.18	2*70+35T	50	23.3

Tabla 27: Cuadro Alumbrado

2.5 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y PROTECCIONES

2.5.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de corrientes de cortocircuito es vital para proteger el circuito adecuadamente, sin utilizar interruptores o diferenciales no adecuados al uso requerido.

2.5.2 CÁLCULO DE ICC EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $S_{CC} = 350 \text{ MVA}$. (dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.).

Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevadas al secundario del transformador.

Impedancia de la red aguas arriba de la conexión del transformador

- S_{CC} = potencia de cortocircuito aguas arriba, la cual debe de ser proporcionada por la suministrado de energía, en nuestro caso IBERDROLA.
- $S_{CC} = 350 \text{ MVA}$
- $U = 20000 \text{ V}$

Calculamos la impedancia de la Red aguas arriba:

- $Z_{a'} = \frac{U^2}{S_{CC}} = 1.143 \text{ j}\Omega$ donde $Z_{a'}$ está referido al primario

Calculamos la Z_a :

- $Z_a = Z_{a'} * \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 = 1.143 * \left(\frac{420}{20000} \right)^2 = 5.04 * 10^{-3} \text{ j}\Omega$.

-

Impedancia interna del trafo

- $U_{CC} = 5 \%$, como dato de partida.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la U_{CC} (tensión porcentual de Cortocircuito) es del 5% y la tensión nominal del secundario de 420 V.

$$Z_t = U_{CC} \left(\frac{U^2}{S_n} \right) = \frac{5}{100} * \frac{420^2}{250.000} = 0.03528 \text{ j}\Omega.$$

Se despreciará la impedancia entre las conexiones entre el punto de distribución y el transformador MT/BT y la R (resistencia) frente a la X (reactancia) en el transformador, debido a lo cual:

$$Z_t = X_t = 0.03528 \text{ j}\Omega.$$

La intensidad de Cortocircuito a la salida del transformador:

$$Z_{cc} = Z_a + Z_t = 0.04032 \text{ j}\Omega.$$

$$I_{cc} = \frac{V_c}{\sqrt{3} * Z_{cc}} = \frac{420}{\sqrt{3} * 0.04032} = 6014.065 \text{ A} \rightarrow 6.014 \text{ kA}$$

2.5.3 CÁLCULO DE ICC EN LÍNEAS Y PROTECCIONES

A la hora de calcular de calcular las corrientes de cortocircuito en cada uno de los puntos de la instalación se tendrá en cuenta el tipo de suministro que realiza cada Línea para así determinar las corrientes de cortocircuito basadas en las siguientes fórmulas:

Monofásico

$$I_{cc} = \frac{V}{2 * Z_t}$$

Trifásico

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Donde cada término corresponde a:

- I_{cc} , intensidad de cortocircuito en Amperios
- V , tensión de la derivación en Voltios
- Z_t , impedancia aguas arriba del defecto en Ω

Así la impedancia de cada línea se calculará mediante:

$$Z_L = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Correspondiendo a los parámetros:

- Z_L , impedancia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- R , resistencia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- X , inductancia de la línea aguas arriba del defecto de Ω

La resistencia de cada línea se calculará aplicando:

$$R = \frac{\rho * L}{n * S}$$

Correspondiendo a los parámetros:

- R , resistencia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- ρ , resistividad del metal (Cu=1/56, Al=1/35)
- L , longitud de la línea en metros
- n , numero de conductores por fase
- S , sección de línea, mm²

La inductancia de la línea vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$X = \frac{X_u * L}{n}$$

Correspondiendo a los parámetros:

- X , inductancia de la línea aguas arriba del defecto en Ohmios
- X_u , inductancia unitaria de la línea, Ohmios/metro
- L , longitud de la línea en metros
- n , numero de conductores por fase

$$Z_t = 0.03528 \text{ j}\Omega$$

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Cuadro 1	0.00669	0.04369	21252.6	26.3	32	25	C
Cuadro 2	0.02608	0.06308	23546.5	56.3	50	25	C
Cuadro 3	0.14577	0.18277	7234.7	9.3	10	10	C
Cuadro 4	0.02901	0.06601	19323.6	35.3	50	25	C
Cuadro 5	0.04189	0.07889	26254.3	21.3	100	36	
Cuadro 6	0.01239	0.04939	20234.7	43.2	32	25	C
Cuadro 7	0.01311	0.05011	18874.6	75.3	80	25	C
Cuadro Alumbrado	0.03137	0.06838	21256.7	23.2	32	25	C

Tabla 28: Cuadro general

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 1.1	0.02696	0.07065	5678.6	5.6	10	10	C
Línea 1.2	0.04312	0.43876	4589.6	3.4	10	10	C
Línea 1.3	0.06471	0.10840	3487.5	9.8	10	10	C
Línea 1.4	0.09828	0.14197	2456.2	6.2	10	10	C
Línea 1.5	0.07167	0.11536	2678.5	12.6	10	10	C
Línea 1.6	0.3855	0.42919	8967.2	26.7	10	10	C
Línea 1.7	0.03342	0.09943	7898.5	16.9	32	10	C

Tabla 29: Cuadro Auxiliar 1

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 2.1	0.02587	0.08901	5678.6	3.2	16	10	D
Línea 2.2	0.22797	0.29105	4589.6	11.4	25	10	D
Línea 2.3	0.10285	0.16593	3487.5	2.6	16	10	D
Línea 2.4	0.11380	0.17688	2456.2	4.6	16	10	D
Línea 2.5	0.06833	0.13141	2678.5	15.6	10	10	C
Línea 2.6	0.02587	0.08901	8967.2	4.6	10	10	C

Tabla 30: Cuadro Auxiliar 2

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 3.1	0.26417	0.44694	6575.3	4.6	10	10	C
Línea 3.2	0.05238	0.23515	9267.7	3.2	10	10	C
Línea 3.3	0.16130	0.34407	8567.2	1.5	10	10	C

Tabla 31: Cuadro Auxiliar 3

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 4.1	0.10130	0.16731	21252.6	3.5	20	10	D
Línea 4.2	0.03342	0.09943	23546.5	5.6	16	10	D
Línea 4.3	0.07685	0.08345	7234.7	6.7	20	10	D
Línea 4.4	0.17928	0.24529	19323.6	3.5	10	6	D
Línea 4.5	0.22678	0.29279	26254.3	9.6	10	10	D
Línea 4.6	0.000374	0.04939	0.10130	4.2	10	10	D
Línea 4.7	0.00086	0.05011	0.03342	5.3	10	10	C
Línea 4.8	0.00120	0.06838	0.07685	3.2	10	10	C

Tabla 32: Cuadro Auxiliar 4

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 5.1	0.08988	0.16888	16985.3	5.6	50	25	D
Línea 5.2	0.14178	0.22067	5682.5	10.8	20	10	D
Línea 5.3	0.16214	0.24103	8543.6	7.6	10	10	D
Línea 5.4	0.20619	0.28508	19323.6	5.3	10	10	D
Línea 5.5	0.26035	0.33924	4921.9	6.9	10	10	D
Línea 5.6	0.20080	0.27972	9326.8	2.6	20	10	D
Línea 5.7	0.30154	0.30154	8790.8	3.8	10	10	D
Línea 5.8	0.24083	0.24083	7347.6	2.2	10	10	C
Línea 5.9	0.96785	0.96787	3562.3	5.8	10	10	C

Tabla 33: Cuadro Auxiliar 5

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 6.1	0.16440	0.16440	16985.3	10.6	10	10	D
Línea 6.2	0.23630	0.23630	5682.5	12.5	10	10	D
Línea 6.3	0.32595	0.32596	8543.6	8.9	10	10	D
Línea 6.4	0.37380	0.37380	19323.6	3.6	10	10	C
Línea 6.5	0.25511	0.25511	4921.9	9.6	10	10	C
Línea 6.6	0.15559	0.15559	9326.8	6.2	10	10	C
Línea 6.7	0.16178	0.16178	8790.8	2.7	10	10	C
Línea 6.8	0.22190	0.22190	7347.6	2.6	10	10	C
Línea 6.9	0.31273	0.31273	3562.3	8.8	10	10	D

Tabla 34: Cuadro Auxiliar 6

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 7.1	0.05357	0.10373	15679.2	1.6	80	25	D
Línea 7.2	0.04158	0.09173	8671.1	2.3	20	10	D

Tabla 35: Cuadro Auxiliar 7

Punto de Cálculo	Zomopol ar Ω	Zd Ω	I _{cc} max kA	tmc_icc	Calibre	Pdc	Curva
Línea 8.1	0.07669	0.14514	4621.1	2.6	32	10	C
Línea 8.2	0.08126	0.14972	6732.7	3.6	10	10	C
Línea 8.3	0.39157	0.45997	3789.5	2.8	20	10	C
Línea 8.4	0.31071	0.37911	7235.5	6.7	20	10	C
Línea 8.5	0.00343	0.5676	8727.9	4.5	63	10	C

Tabla 36: Cuadro Alumbrado

2.5.4 DIFERENCIALES

Los diferenciales se colocarán tal y como se indica en los PLANOS, donde cada cual estará definido en función de Intensidad, Sensibilidad y Número de polos.

Los diferenciales protegerán los circuitos que aparezcan en los PLANOS del presente proyecto.



2.6 CÁLCULOS EN EL TRANSFORMADOR

2.7 INTRODUCCIÓN

Los transformadores han de estar protegidos tanto en Alta como en Baja Tensión. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a los transformadores, mientras que en Baja Tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

2.8 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

La Intensidad en el primario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p}$$

Donde:

P= Potencia Nominal del Transformador en KVA

V_p = Tensión nominal del primario en KV

I_p = Intensidad del Primario en A.

Siendo la tensión del primario 13,2 KV y la Potencia Nominal del Trafo 250 KVA

$$I_p = 10,93 \text{ A}$$

2.9 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

Para calcular la intensidad en el lado de baja tensión, se utilizara la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} * V_s}$$

Donde:

P= Potencia Nominal del Transformador en KVA

V_s = Tensión nominal del secundario en KV

I_s = Intensidad del secundario en A.

Siendo la tensión del secundario 0,4 KV y la Potencia Nominal del Trafo 250 KVA

$$I_s = 343.7 \text{ A}$$

2.10 CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, la cual será proporcionada por la propia compañía suministradora.

Calculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, en la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * V_p}$$

Donde:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA

V_p = Tensión de servicio en KV

I_{ccp} = Corriente de cortocircuito en KV

Para los cortocircuitos secundarios, se considerará que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, con lo cual se utilizará un método más conservador a fin de preservar la seguridad de la instalación.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 * S}{\sqrt{3} * E_{cc} * V_s}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en KVA

E_{cc} = Tensión de CC del Transformador en %

V_s = Tensión Nominal del secundario en V

I_{ccs} = Corriente de CC en KA

Intensidad de cortocircuito en AT

Utilizando la expresión para el cálculo de I_{ccp} , intensidad de cortocircuito en A.T, en la que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA:

$$I_{ccp} = 16 \text{ kA}$$

Intensidad de cortocircuito en BT

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$\bullet \quad I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$$

2.11 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por Densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\ast \quad I_{cc(din)} = 40 \text{ kA}$$



Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$* I_{cc(ter)} = 16 \text{ kA.}$$

2.12 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE A.T. Y B.T.

La protección en Alta tensión se ubica en las celdas asociadas al C.T. y consisten en Ruptofusible, siendo el calibre de los fusibles de 25 A

En Baja tensión se incluye como protección general un Interruptor automático en Caja moldeada de 400 A IV polos 25 kA.

2.13 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- * 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- * 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

2.14 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.15 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en **150 Ohm·m**.

Determinación de las Corrientes Máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra, son los siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro; que puede ser aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta mediante resistencias o impedancias.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de

tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

Diseño preliminar del la instalación de tierras

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la Resistencia del sistema de tierra.

- Tensión de servicio $V_n = 13,2 \text{ KV}$
- Limitación de Intensidad a tierra $I_{dm} = 100 \text{ A}$
- Nivel aislamiento instalación B.T. $V_{BT} = 6.000 \text{ V}$
- Resistividad Terreno $R_0 = 150 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$
- Resistividad hormigón $R'_0 = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del C.T. y la Intensidad de defecto se calculara aplicando:

$$V_{BT} = R_t \cdot I_d$$

Donde:

I_d = Intensidad de defecto a tierra (A)

R_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ω)

V_{BT} = Tensión de aislamiento en Baja Tensión (V)

Utilizamos la igualdad:

$$I_d = I_{dm}$$

Donde:

I_d = Intensidad de defecto a tierra en Amperios

I_{dm} = Limitación de intensidad de falta a tierra en Amperios

El resultado preliminar será:

$$R_t = 6 \text{ Ohmios}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r mas cercana inferior o igual a la calculada para este caso.

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Donde:

R_t = Resistencia total de puesta a tierra en Ohmios

R_0 = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$

K_r = Coeficiente del electrodo

Aplicando la división dará el siguiente valor de K_r

$$K_r \leq 0,04$$

Una vez calculada el K_r adecuada para este caso, se extraerán la siguientes propiedades del Método desarrollado por UNESA:

- Configuración seleccionada	50-50/8/84
- Geometría del sistema	Anillo
- Dimensiones de la red (m)	5*5
- Profundidad del electrodo (m)	0,8
- Numero de picas	8
- Longitud picas (m)	8

Parámetros característicos del electrodo:

- De la Resistencia K_r	0,04
- De la tensión de paso K_p	0,0055
- De la tensión de contacto K_c	0,012

Si se definen *tensión de contacto* como la diferencia de potencial que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de la persona y *tensión de paso* como la diferencia de **tensión** que aparece entre los puntos distanciados un metro, sobre la superficie terrestre.

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.



- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Una vez seleccionado este electrodo, el valor real de la Resistencia de puesta a tierra del C.T. será:

$$R'_t = K_r * R_0$$

Por lo que

$$R'_t = 6 \, \Omega$$

Así, la intensidad de defecto real vendrá definida como:

$$I'_d = 100 \, A$$

Calculo de las tensiones de paso y tensiones aplicadas de paso en el interior del C.T.

Tension de paso

Si tenemos las conexiones de tierra bien, el cálculo de las V_p y V_c no sería necesario ya que no habría diferencias de potencial apreciables dentro del C.T.

Se obtendrá la tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t * I'_d$$

Por lo que en este caso:

$$V'_d = 6 \, kV$$

La tensión de paso en el acceso será igual a la tensión máxima de contacto, siempre que se disponga de una malla, rodeando al centro conectado al electrodo de tierra, según la fórmula:

$$V'_c = K_c * R_0 * I'_d$$

Por lo que tendremos:

$$V'_c = 1800 \, V$$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior del C.T. ya que estas son prácticamente cero.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'p = K_p * R_0 * I'd$$

Por lo que para este caso:

$$V'p = 825V$$

Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores máximos admisibles, para una duración total de la falta de 0,7 segundos son:

$$t = 0,7 \text{ segundos}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_{pa} = \left(\frac{10 * K}{t * n} \right) * \left(1 + \frac{6 * R_0}{1000} \right)$$

$$V_{pa} = 1954.28 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al C.T. será:

$$V_{pa}(acc) = \left(\frac{10 * K}{t * n} \right) * \left(1 + \frac{3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right)$$

$$V_{pa}(acc) = 10748.57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para este C.T. son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior $V'p = 825 \text{ V} \leq Vp = 1954.28 \text{ V}$ Tensión de paso en el acceso al C.T.
 $V'p(acc) = 1800 \text{ V} \leq V_{pa}(acc) 10748.57 \text{ V}$
- Tensión de defecto $V'p = 6.000 \text{ V} \leq 6.000 \text{ V}$
- Intensidad de Defecto $Ia = 0 \text{ A} \leq Id 1000 \text{ A} \leq Idm 1000 \text{ A}$



Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección, no transfiera tensiones al sistema de tierras de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos mas próximos de ambos sistemas , siempre que la tensión de defecto supere los 1.000 V.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 * I'_d}{2000 * \pi} = 23,87 \text{ m.}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.16 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.17 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO

Para la ejecución de este apartado, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-18.

Se tenderá un anillo con conductor de cobre de 50 mm² y a él se clavarán 4 picas de acero cobreado de 2 m. de longitud y 14,6 mm de diámetro, unidas entre sí con cable de cobre desnudo de 50 mm². El conjunto de picas y anillo se construirá de forma tal, que la Resistencia de Paso a Tierra sea inferior a 80 Ohmios:

$$R \leq V_c / I_s = 167 \Omega.$$

El conjunto de picas y conductor que las une constituye el electrodo de **Toma de Tierra**. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 35 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Desde el borne principal de tierra se tienden conductores de cobre, de la misma sección y aislamiento que los activos, hasta todas las masas metálicas susceptibles de quedar bajo tensión. Estos elementos se denominan Conductores de Protección, cuya sección ya está calculada en el apartado “cálculo de secciones” del presente documento.

$$R_p = \frac{\rho}{L} = \frac{150}{2} = 75 \Omega.$$

Según IEEE Standard 142:

Obteniendo el valor de k de la siguiente tabla:

Nº de Picas	Valor de K
2	1.16
3	1.29
4	1.36
8	1.68
12	1.8
16	1.92
20	2
24	2.16

Tabla 37

$$R_e = \frac{R_p * k}{n} = 25.5 \Omega.$$

Tiene que cumplir

$$R_e < 167 \Omega.$$

La instalación de puesta a tierra cumple las condiciones con creces.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 38: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 39: Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m)	
P , perímetro de la placa (m)	
L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 40: Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.



2.18 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

La potencia total activa es de:

$$P = 226.8 \text{ KW}$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 260.4 \text{ K VA}$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 127927 \text{ VAr}$$

Se quiere conseguir un $\cos\phi$ cercano a 1, con $\cos\phi' = 0,98$.

$$Q' = P \cdot \tan \phi' = 46054.3 \text{ VAr}$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q_b = Q - Q' = 81872.7 \text{ VAr}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. El equipo seleccionado para mantener el factor de potencia por encima de 0,98 es una batería automática de condensadores de 87.5 kVAr de potencia reactiva, 7 escalones de 12.5, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, que se colocará en un local destinado a tal uso al lado del Cuadro General de BT.

Pamplona, Agosto de 2012

El Ingeniero Técnico Industrial

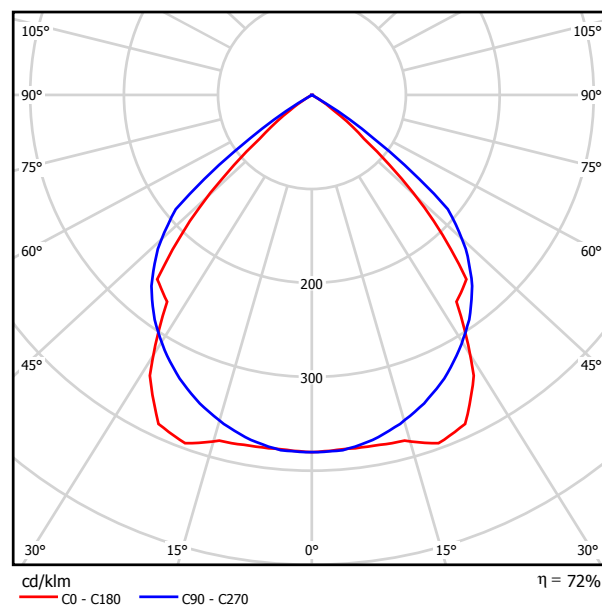
Ibon Ducun Berrio

ANEXO DIALUX

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



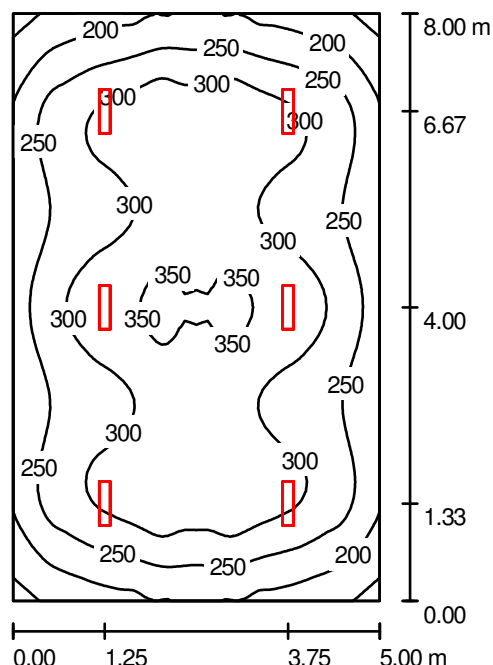
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 100 100 100 72

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.3	19.2	18.6	19.4	19.7	20.1	21.1	20.4	21.3	21.5	
	3H	18.1	19.0	18.4	19.2	19.5	20.0	20.8	20.3	21.1	21.3	
	4H	18.1	18.9	18.4	19.1	19.4	19.9	20.7	20.2	21.0	21.2	
	6H	18.0	18.7	18.3	19.0	19.3	19.8	20.6	20.2	20.8	21.1	
	8H	18.0	18.6	18.3	18.9	19.2	19.8	20.5	20.1	20.8	21.1	
	12H	17.9	18.6	18.3	18.9	19.2	19.8	20.4	20.1	20.7	21.0	
4H	2H	18.2	19.0	18.5	19.3	19.5	20.0	20.7	20.3	21.0	21.3	
	3H	18.1	18.7	18.4	19.0	19.3	19.8	20.5	20.2	20.8	21.1	
	4H	18.0	18.6	18.4	18.9	19.2	19.7	20.3	20.1	20.6	21.0	
	6H	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2	19.7	20.1	20.1	20.5	20.9	
	8H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	19.6	20.1	20.0	20.4	20.9	
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
8H	4H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	19.6	20.1	20.0	20.4	20.9	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.6	19.0	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8	
	8H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
	12H	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	
	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
12H	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
	8H	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.9 / -6.4					+1.4 / -2.6					
S = 1.5H		+3.7 / -21.0					+3.1 / -27.0					
S = 2.0H		+5.7 / -26.7					+5.1 / -30.4					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		-1.4					0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.115 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	277	133	363	0.480
Suelo	20	243	140	340	0.576
Techo	70	46	34	52	0.751
Paredes (4)	50	95	33	175	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 18
Pared inferior 18
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

18 20
18 20

Lista de piezas - Luminarias

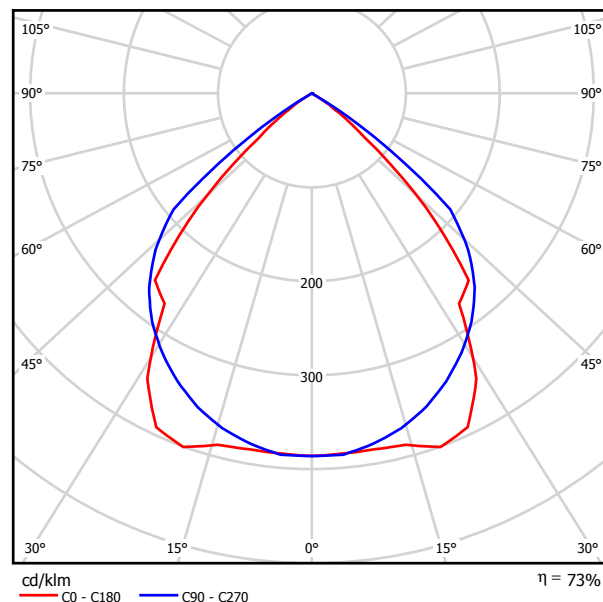
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H (1.000)	2520	3500	51.0
Total:			15120	21000	306.0

Valor de eficiencia energética: $7.65 \text{ W/m}^2 = 2.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.00 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS315 H1L 2xTL5-14W HFP D6-H / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



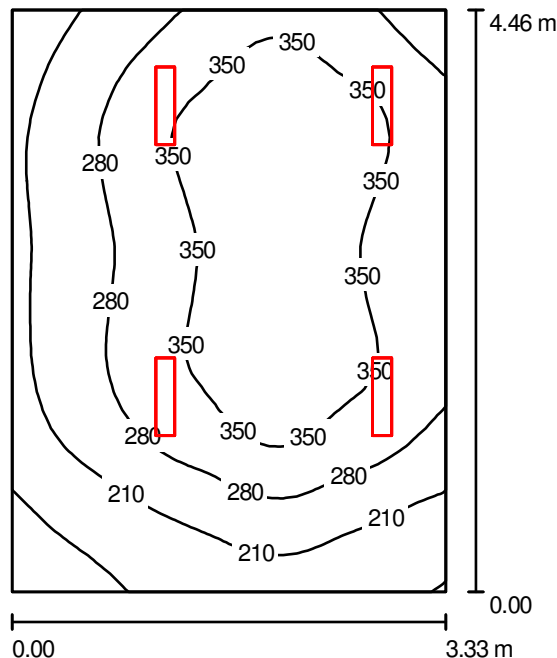
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 100 100 100 73

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.0	18.0	17.3	18.2	18.4	18.9	19.8	19.1	20.0	20.2
	3H	16.9	17.7	17.2	18.0	18.2	18.7	19.6	19.0	19.8	20.1
	4H	16.8	17.6	17.1	17.8	18.1	18.7	19.4	19.0	19.7	20.0
	6H	16.7	17.4	17.1	17.7	18.0	18.6	19.3	18.9	19.6	19.9
	8H	16.7	17.4	17.0	17.7	18.0	18.5	19.2	18.9	19.5	19.8
	12H	16.7	17.3	17.0	17.6	17.9	18.5	19.2	18.9	19.5	19.8
4H	2H	16.9	17.7	17.3	18.0	18.3	18.7	19.5	19.0	19.7	20.0
	3H	16.8	17.4	17.2	17.8	18.1	18.6	19.2	18.9	19.5	19.8
	4H	16.7	17.3	17.1	17.6	18.0	18.5	19.0	18.9	19.4	19.7
	6H	16.7	17.1	17.1	17.5	17.9	18.4	18.9	18.8	19.3	19.6
	8H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6
	12H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
8H	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6
	6H	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7	18.3	18.6	18.7	19.1	19.5
	8H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5
	12H	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4
12H	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5
	8H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5
	12H	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.9 / -6.5					+1.4 / -2.6					
S = 1.5H	+3.7 / -23.8					+3.1 / -30.8					
S = 2.0H	+5.7 / -39.8					+5.1 / -95.4					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	-2.6					-0.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.915 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	98	424	0.335
Suelo	20	236	121	309	0.510
Techo	70	53	32	75	0.601
Paredes (4)	50	116	34	541	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 17
Pared inferior 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

17

Tran

19

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS315 H1L 2xTL5-14W HFP D6-H (1.000)	1752	2400	33.0
Total:			7008	9600	132.0

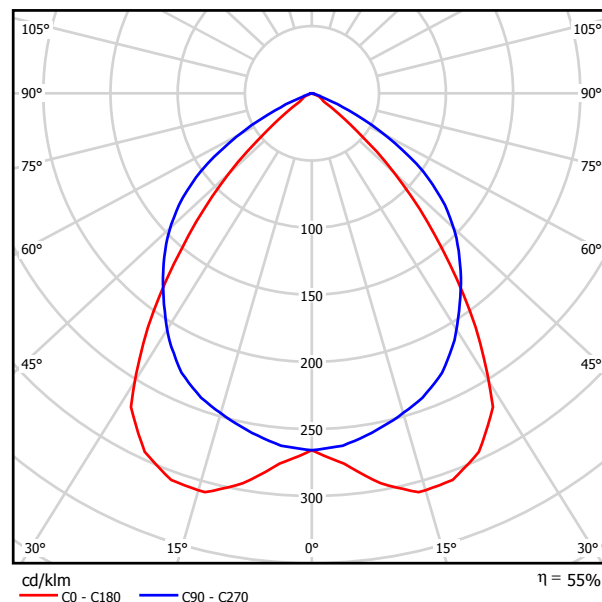
Valor de eficiencia energética: $8.89 \text{ W/m}^2 = 3.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.85 m^2)

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 71 97 100 100 55

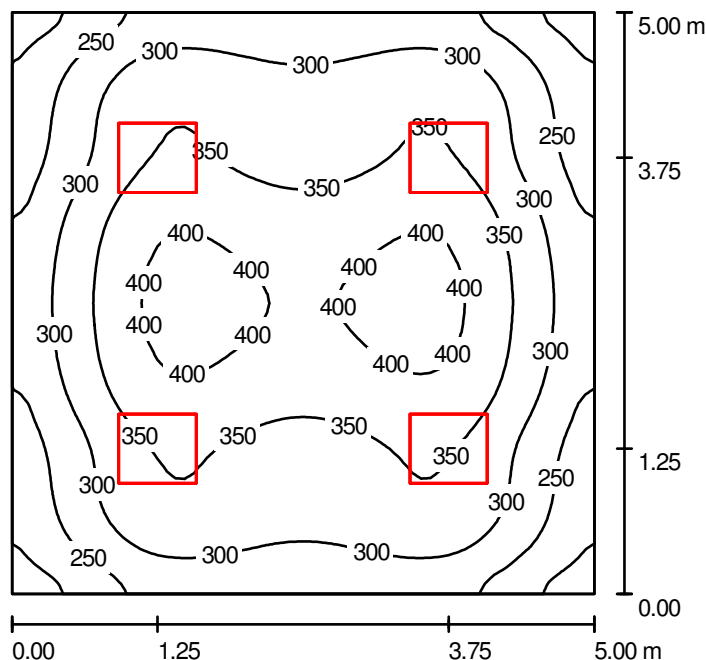
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	12.1	13.0	12.3	13.3	13.5	16.0	17.0	16.2	17.2	17.4	
	3H	12.0	12.8	12.3	13.1	13.3	16.0	16.9	16.3	17.1	17.4	
	4H	11.9	12.7	12.2	13.0	13.2	15.9	16.8	16.3	17.0	17.3	
	6H	11.8	12.6	12.2	12.8	13.1	15.9	16.6	16.2	16.9	17.2	
	8H	11.8	12.5	12.1	12.8	13.1	15.8	16.6	16.2	16.9	17.2	
4H	12H	11.7	12.4	12.1	12.7	13.0	15.8	16.5	16.2	16.8	17.1	
	2H	12.2	13.0	12.5	13.3	13.5	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2	
	3H	12.1	12.8	12.5	13.1	13.4	15.9	16.5	16.2	16.8	17.2	
	4H	12.0	12.6	12.4	13.0	13.3	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1	
	6H	12.0	12.5	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	
8H	12H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	17.0	
	12H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	4H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.9	12.2	12.3	12.7	13.1	15.6	16.0	16.1	16.4	16.9	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
12H	12H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
	4H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+2.2 / -7.4					+0.8 / -1.0						
S = 1.5H	+3.6 / -10.3					+1.7 / -3.8						
S = 2.0H	+5.2 / -11.8					+3.5 / -9.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	-8.4					-4.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total												

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.110 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	322	183	416	0.570
Suelo	20	270	173	371	0.639
Techo	70	55	42	63	0.761
Paredes (4)	50	122	44	219	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 12
Pared inferior 12
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

12 16
12 16

Lista de piezas - Luminarias

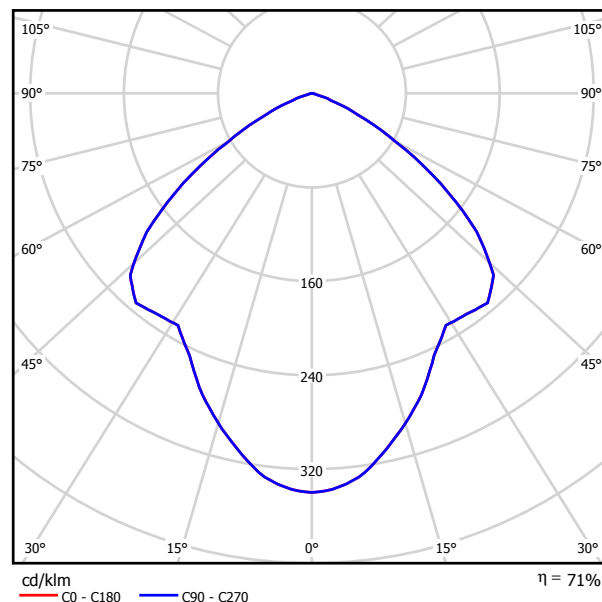
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 (1.000)	2970	5400	69.5
Total:			11880	21600	278.0

Valor de eficiencia energética: $11.12 \text{ W/m}^2 = 3.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.00 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips HPK080 1xSON400W R GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



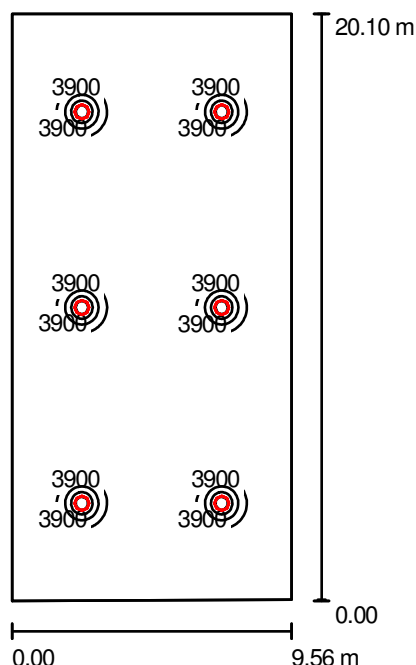
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 56 93 100 100 71

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	27.1	28.3	27.4	28.5	28.8	27.1	28.3	27.4	28.5	28.8
	3H	27.3	28.3	27.6	28.6	28.8	27.3	28.3	27.6	28.6	28.8
	4H	27.2	28.2	27.5	28.5	28.7	27.2	28.2	27.5	28.5	28.7
	6H	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6
	8H	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6
4H	12H	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5
	2H	27.3	28.3	27.7	28.6	28.9	27.3	28.3	27.7	28.6	28.9
	3H	27.5	28.3	27.9	28.6	29.0	27.5	28.3	27.9	28.6	29.0
	4H	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9
	6H	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8
8H	8H	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7
	12H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7
	4H	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7
	6H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.6	27.3	27.8	27.8	28.2	28.6
	8H	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6
12H	12H	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5
	4H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7
	6H	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6
	8H	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.5 / -0.6					+0.5 / -0.6					
S = 1.5H	+1.5 / -2.6					+1.5 / -2.6					
S = 2.0H	+2.8 / -5.8					+2.8 / -5.8					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	8.3					8.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4800lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:259

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	960	72	19406	0.075
Suelo	20	923	110	4921	0.119
Techo	70	150	93	198	0.621
Paredes (4)	50	145	93	641	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips HPK080 1xSON400W R GC (1.000)	34080	48000	431.0
Total:			204480	288000	2586.0

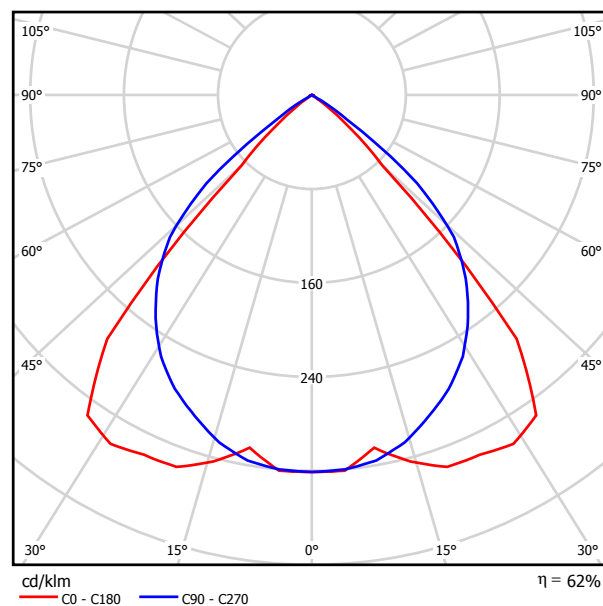
Valor de eficiencia energética: $13.47 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 191.94 m^2)

valmec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMX400 1xTL-D58W/830 CON +GMX450 +GGX450 C6 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 100 100 100 61

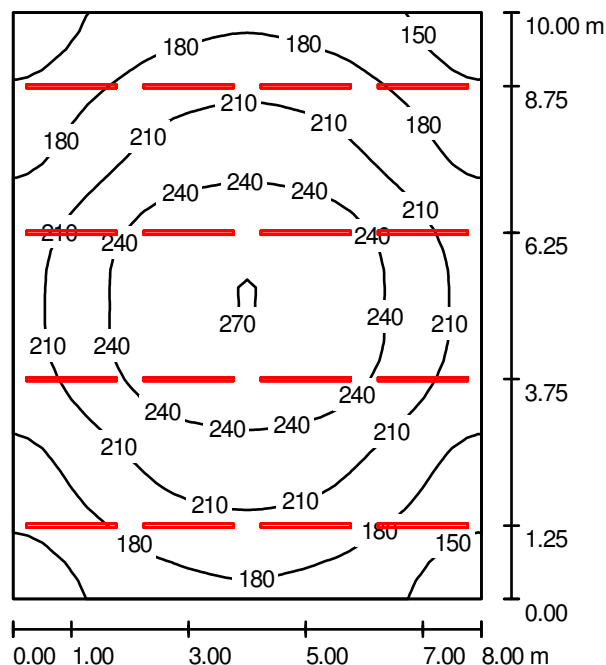
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.4	15.7	16.6	16.8	16.5	17.4	16.8	17.6	17.8	
	3H	15.3	16.1	15.6	16.4	16.6	16.4	17.2	16.7	17.4	17.7	
	4H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.5	16.3	17.0	16.6	17.3	17.6	
	6H	15.2	15.9	15.5	16.1	16.4	16.2	16.9	16.6	17.2	17.5	
	8H	15.1	15.8	15.5	16.1	16.4	16.2	16.8	16.5	17.1	17.4	
	12H	15.1	15.7	15.5	16.0	16.4	16.1	16.8	16.5	17.1	17.4	
4H	2H	15.3	16.1	15.7	16.3	16.6	16.3	17.1	16.6	17.3	17.6	
	3H	15.2	15.8	15.5	16.1	16.4	16.2	16.8	16.5	17.1	17.4	
	4H	15.1	15.7	15.5	16.0	16.3	16.1	16.6	16.5	17.0	17.3	
	6H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.3	16.0	16.5	16.4	16.8	17.2	
	8H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	
	12H	15.0	15.3	15.4	15.7	16.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1	
8H	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	
	6H	14.9	15.3	15.4	15.7	16.1	15.9	16.2	16.4	16.7	17.1	
	8H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.1	15.9	16.1	16.3	16.6	17.1	
	12H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
	4H	15.0	15.3	15.4	15.7	16.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1	
	6H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.1	15.9	16.1	16.3	16.6	17.1	
12H	8H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
	12H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+2.6 / -12.6					+2.2 / -5.0					
S = 1.5H		+4.2 / -21.9					+3.4 / -25.5					
S = 2.0H		+6.2 / -30.8					+5.4 / -89.7					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		-4.8					-3.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total												

valmec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

garaje / Resumen



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	207	133	271	0.643
Suelo	20	189	130	237	0.686
Techo	70	45	39	49	0.855
Paredes (4)	50	98	36	252	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

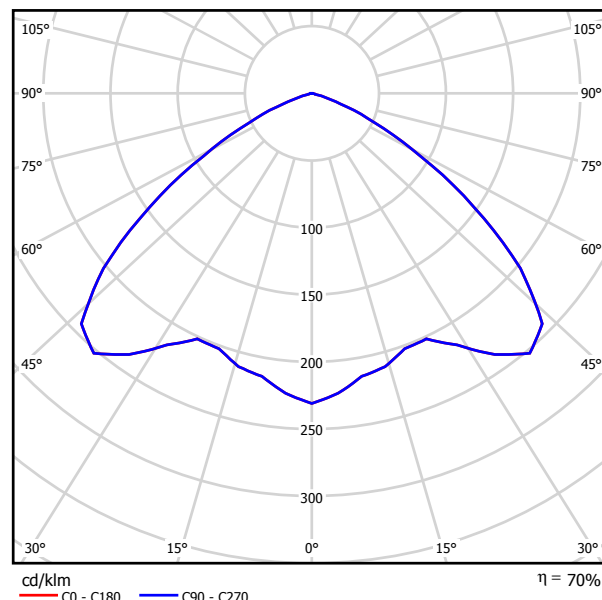
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	Philips TMX400 1xTL-D58W/830 CON +GMX450 +GGX450 C6 (1.000)	3224	5200	66.5
Total:			51584	83200	1064.0

Valor de eficiencia energética: $13.30 \text{ W/m}^2 = 6.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 80.00 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



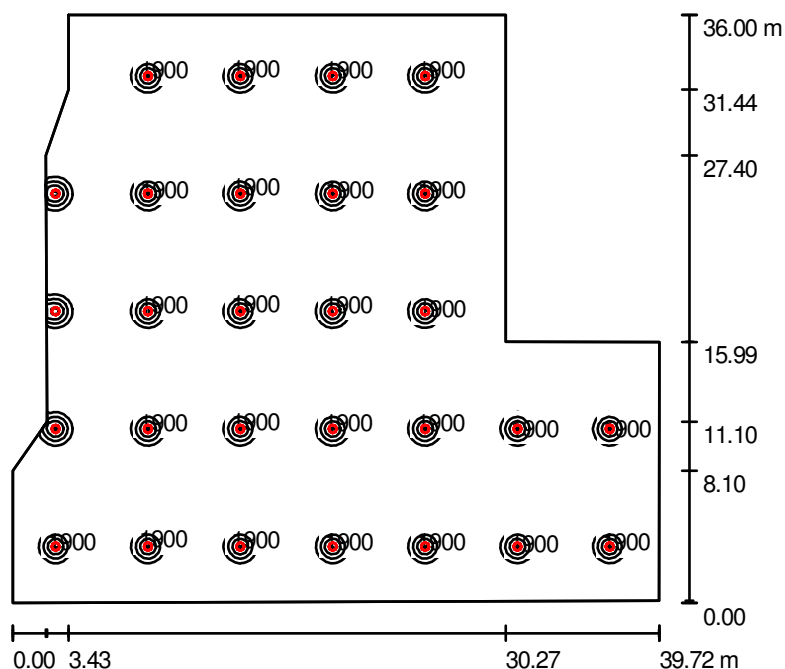
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 50 92 100 100 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	26.5	27.8	26.8	28.0	28.2	26.5	27.8	26.8	28.0	28.2
	3H	26.7	27.8	27.0	28.1	28.3	26.7	27.8	27.0	28.1	28.3
	4H	26.7	27.7	27.0	28.0	28.2	26.7	27.7	27.0	28.0	28.2
	6H	26.6	27.5	26.9	27.8	28.1	26.6	27.5	26.9	27.8	28.1
	8H	26.5	27.5	26.9	27.8	28.1	26.5	27.5	26.9	27.8	28.1
4H	12H	26.5	27.4	26.9	27.7	28.0	26.5	27.4	26.9	27.7	28.0
	2H	26.7	27.8	27.1	28.0	28.3	26.7	27.8	27.1	28.0	28.3
	3H	27.0	27.8	27.3	28.1	28.5	27.0	27.8	27.3	28.1	28.5
	4H	26.9	27.7	27.3	28.0	28.4	26.9	27.7	27.3	28.0	28.4
	6H	26.9	27.5	27.3	27.9	28.3	26.9	27.5	27.3	27.9	28.3
8H	8H	26.8	27.4	27.3	27.8	28.2	26.8	27.4	27.3	27.8	28.2
	12H	26.8	27.3	27.2	27.7	28.2	26.8	27.3	27.2	27.7	28.2
	4H	26.8	27.4	27.3	27.8	28.2	26.8	27.4	27.3	27.8	28.2
	6H	26.8	27.3	27.2	27.7	28.1	26.8	27.3	27.2	27.7	28.1
	8H	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1
12H	12H	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0
	4H	26.8	27.3	27.3	27.8	28.2	26.8	27.3	27.3	27.8	28.2
	6H	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1
	8H	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0	26.7	27.1	27.2	27.5	28.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -0.6					+0.6 / -0.6					
S = 1.5H	+1.5 / -2.5					+1.5 / -2.5					
S = 2.0H	+2.7 / -5.1					+2.7 / -5.1					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	7.7					7.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 32500lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:463

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	498	22	9144	0.045
Suelo	20	484	32	2449	0.066
Techo	70	90	31	173	0.344
Paredes (10)	50	112	35	7287	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

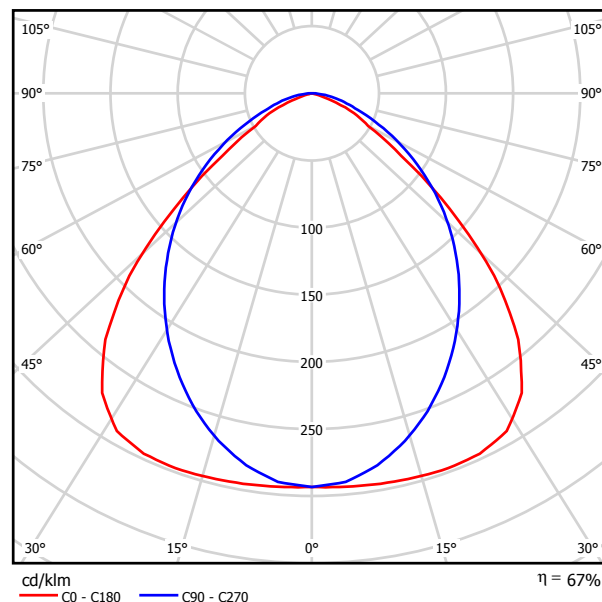
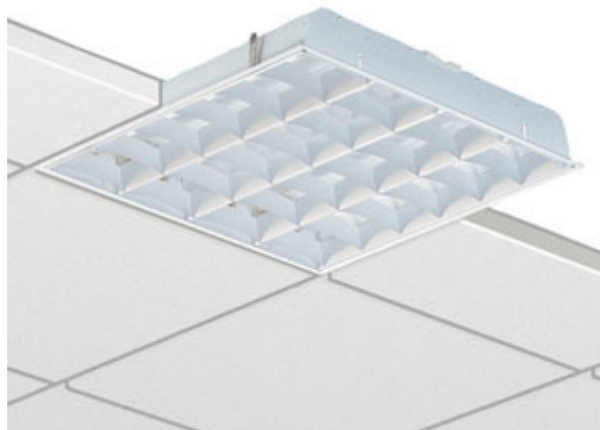
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	28	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC (1.000)	22750	32500	428.0
Total:			637000	910000	11984.0

Valor de eficiencia energética: $10.20 \text{ W/m}^2 = 2.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1174.40 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips IMPALA TBS160 4xTL-D18W/830 CON M1 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



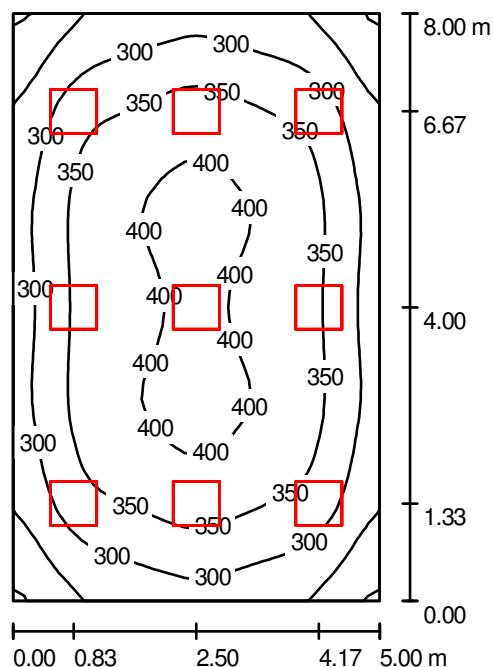
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 90 99 100 67

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.8	16.9	16.0	17.1	17.4	16.3	17.4	16.6	17.7	17.9
	3H	16.0	17.1	16.3	17.3	17.6	17.1	18.1	17.4	18.4	18.6
	4H	16.0	17.0	16.3	17.2	17.5	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9
	6H	15.9	16.8	16.3	17.1	17.4	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1
	8H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.4	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1
	12H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.3	17.7	18.5	18.1	18.8	19.1
4H	2H	16.1	17.1	16.5	17.4	17.7	16.6	17.6	16.9	17.8	18.1
	3H	16.5	17.3	16.9	17.7	18.0	17.5	18.3	17.9	18.6	19.0
	4H	16.6	17.3	16.9	17.6	18.0	17.9	18.6	18.3	18.9	19.3
	6H	16.5	17.1	16.9	17.5	17.9	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
	8H	16.5	17.0	16.9	17.4	17.8	18.3	18.9	18.8	19.3	19.7
	12H	16.4	17.0	16.9	17.4	17.8	18.4	18.9	18.8	19.3	19.7
8H	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	18.0	17.9	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H	16.7	17.1	17.1	17.5	18.0	18.3	18.8	18.8	19.2	19.6
	8H	16.6	17.0	17.1	17.5	17.9	18.5	18.9	19.0	19.3	19.7
	12H	16.6	16.9	17.1	17.4	17.9	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9
12H	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	18.0	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2
	6H	16.7	17.1	17.1	17.5	18.0	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	8H	16.7	17.0	17.1	17.5	18.0	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.0					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+1.5 / -2.7					+0.7 / -1.0					
S = 2.0H	+2.7 / -3.7					+1.0 / -1.6					
Tabla estándar	BK02					BK03					
Sumando de corrección	-2.5					-0.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por IBON DUCUN
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.080 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	337	197	418	0.585
Suelo	20	291	183	365	0.629
Techo	70	70	50	89	0.717
Paredes (4)	50	158	63	304	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 17
Pared inferior 16
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

17 18
16 17

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips IMPALA TBS160 4xTL-D18W/830 CON M1 (1.000)	3618	5400	102.0
Total:			32562	48600	918.0

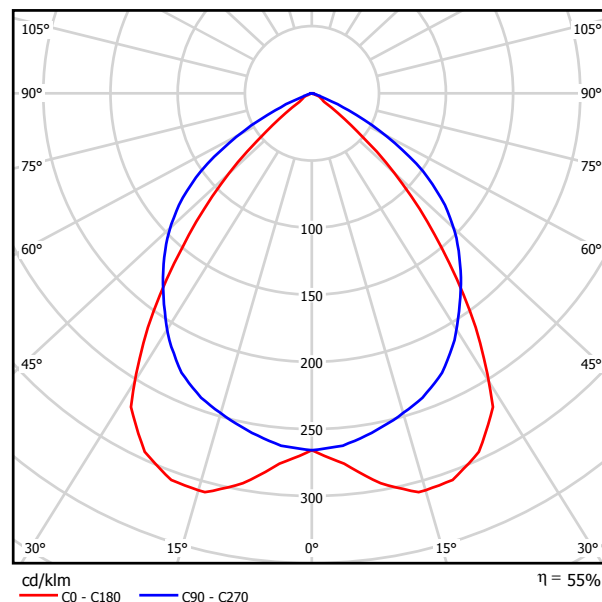
Valor de eficiencia energética: $22.95 \text{ W/m}^2 = 6.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.00 m^2)

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 71 97 100 100 55

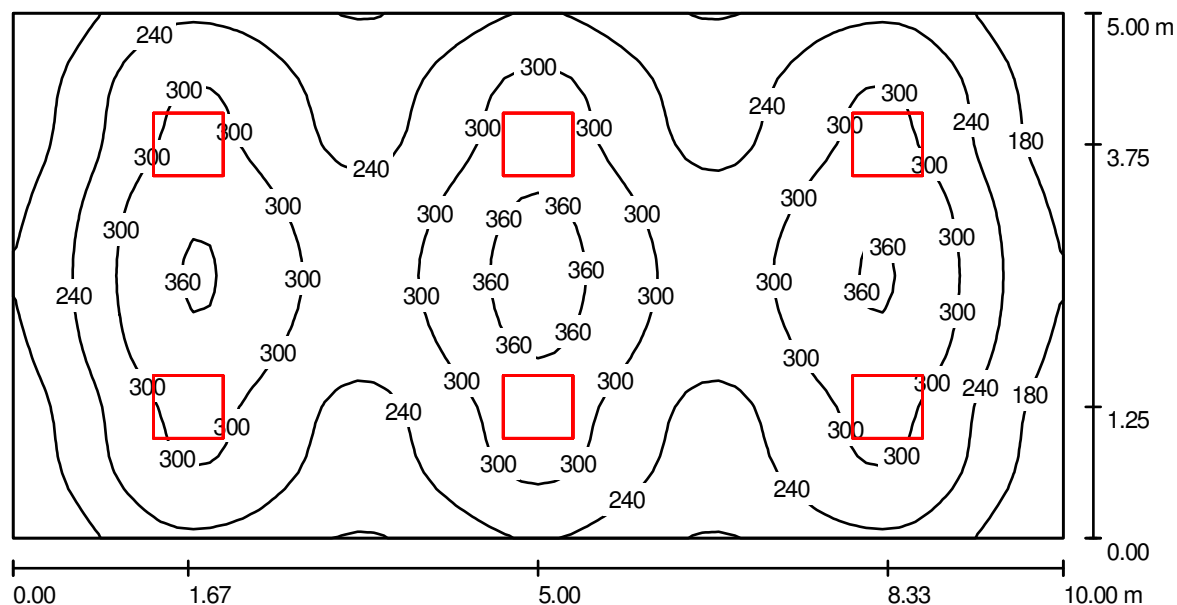
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	12.1	13.0	12.3	13.3	13.5	16.0	17.0	16.2	17.2	17.4	
	3H	12.0	12.8	12.3	13.1	13.3	16.0	16.9	16.3	17.1	17.4	
	4H	11.9	12.7	12.2	13.0	13.2	15.9	16.8	16.3	17.0	17.3	
	6H	11.8	12.6	12.2	12.8	13.1	15.9	16.6	16.2	16.9	17.2	
	8H	11.8	12.5	12.1	12.8	13.1	15.8	16.6	16.2	16.9	17.2	
4H	12H	11.7	12.4	12.1	12.7	13.0	15.8	16.5	16.2	16.8	17.1	
	2H	12.2	13.0	12.5	13.3	13.5	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2	
	3H	12.1	12.8	12.5	13.1	13.4	15.9	16.5	16.2	16.8	17.2	
	4H	12.0	12.6	12.4	13.0	13.3	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1	
	6H	12.0	12.5	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	
8H	12H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	17.0	
	12H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	4H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.9	12.2	12.3	12.7	13.1	15.6	16.0	16.1	16.4	16.9	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
12H	12H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
	4H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+2.2 / -7.4					+0.8 / -1.0						
S = 1.5H	+3.6 / -10.3					+1.7 / -3.8						
S = 2.0H	+5.2 / -11.8					+3.5 / -9.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	-8.4					-4.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total												

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.110 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	266	120	382	0.452
Suelo	20	234	131	335	0.558
Techo	70	45	31	51	0.688
Paredes (4)	50	93	33	162	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 12
Pared inferior 12
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

12
12

Tran

16
16

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 (1.000)	2970	5400	69.5
Total:			17820	32400	417.0

Valor de eficiencia energética: $8.34 \text{ W/m}^2 = 3.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 50.00 m^2)

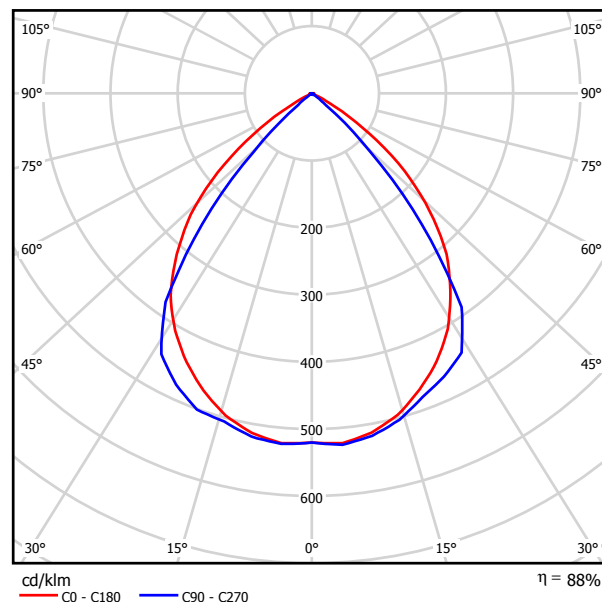
Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS424 4xTL5-14W HFP C5-H GT / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



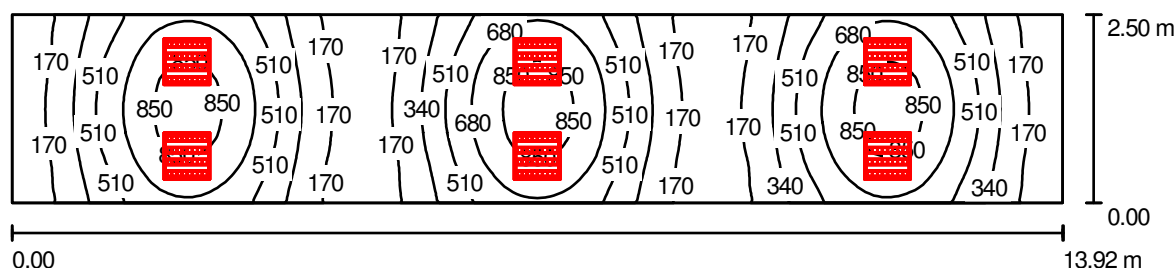
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	470	81	929	0.172
Suelo	20	392	185	551	0.473
Techo	70	85	53	119	0.626
Paredes (4)	50	182	55	945	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS424 4xTL5-14W HFP C5-H GT (1.000)	4224	4800	63.0
Total:			25344	28800	378.0

Valor de eficiencia energética: $10.87 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.79 m^2)

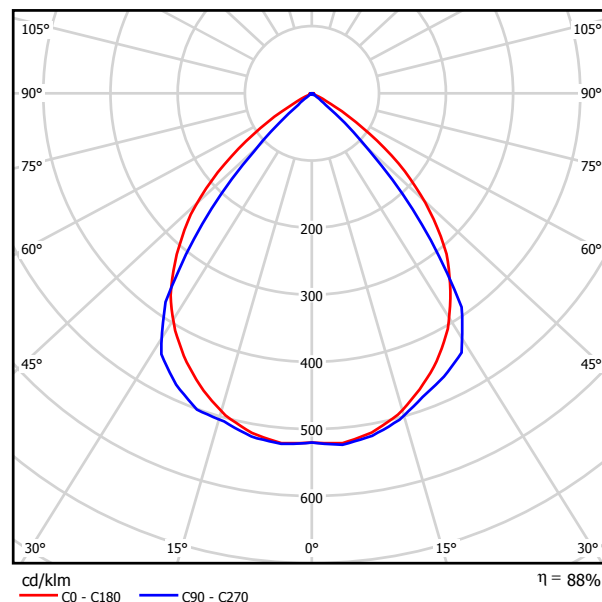
Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS424 4xTL5-14W HFP C5-H GT / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



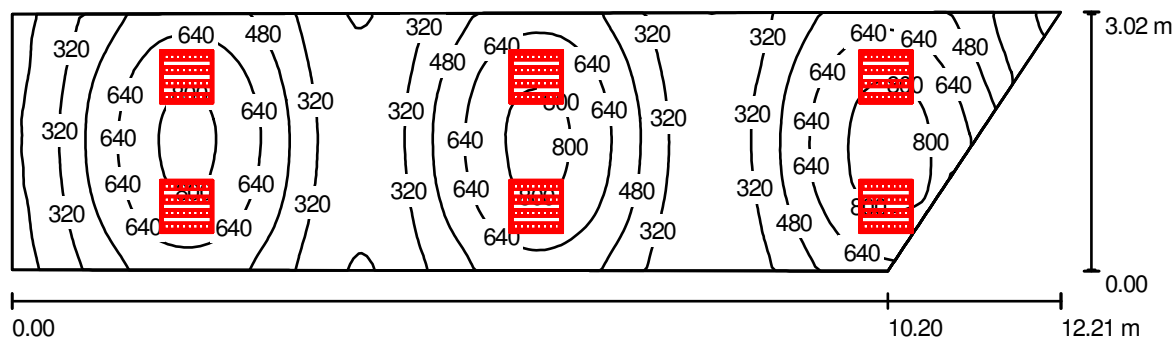
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:88

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	497	114	876	0.230
Suelo	20	418	230	545	0.549
Techo	70	91	55	183	0.605
Paredes (4)	50	200	53	1438	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS424 4xTL5-14W HFP C5-H GT (1.000)	4224	4800	63.0
Total:			25344	28800	378.0

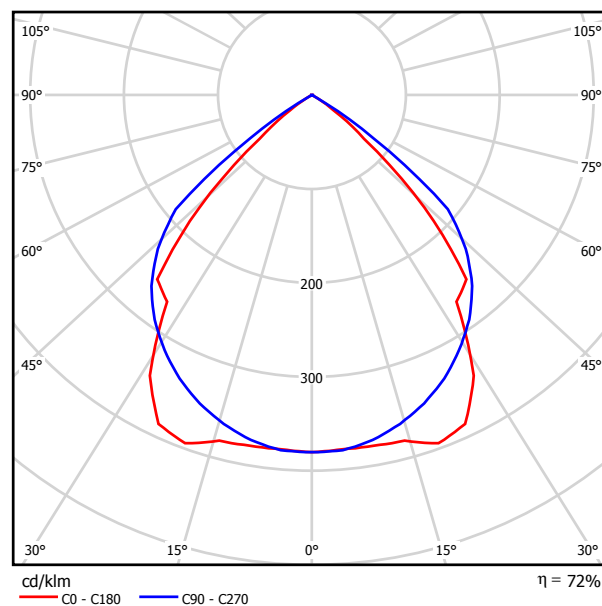
Valor de eficiencia energética: $11.23 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 33.66 m^2)

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 100 100 100 72

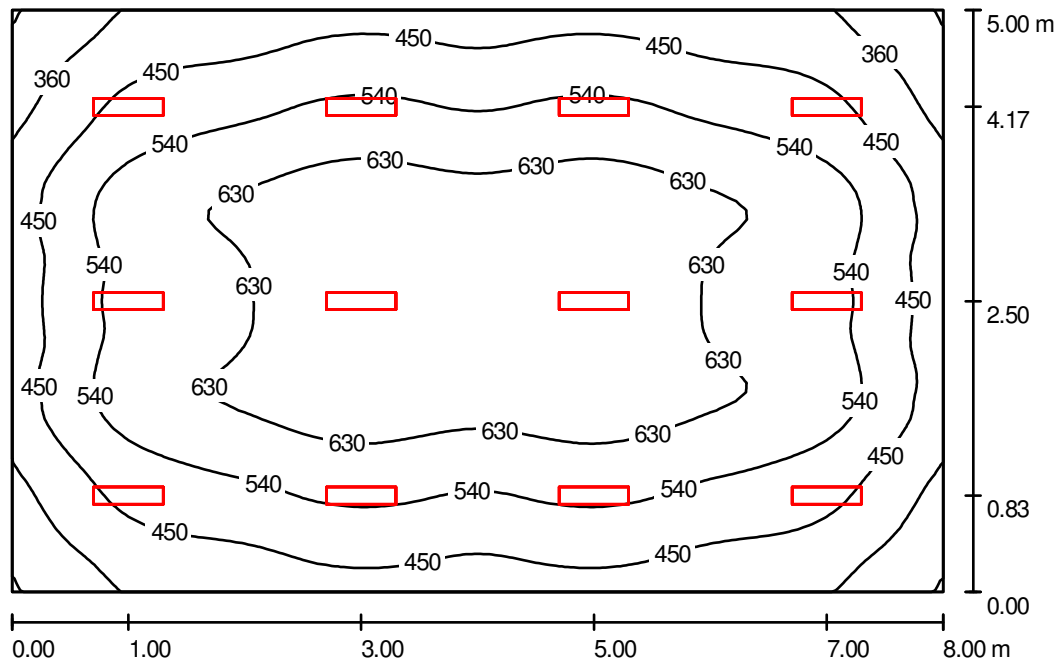
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.3	19.2	18.6	19.4	19.7	20.1	21.1	20.4	21.3	21.5	
	3H	18.1	19.0	18.4	19.2	19.5	20.0	20.8	20.3	21.1	21.3	
	4H	18.1	18.9	18.4	19.1	19.4	19.9	20.7	20.2	21.0	21.2	
	6H	18.0	18.7	18.3	19.0	19.3	19.8	20.6	20.2	20.8	21.1	
	8H	18.0	18.6	18.3	18.9	19.2	19.8	20.5	20.1	20.8	21.1	
	12H	17.9	18.6	18.3	18.9	19.2	19.8	20.4	20.1	20.7	21.0	
4H	2H	18.2	19.0	18.5	19.3	19.5	20.0	20.7	20.3	21.0	21.3	
	3H	18.1	18.7	18.4	19.0	19.3	19.8	20.5	20.2	20.8	21.1	
	4H	18.0	18.6	18.4	18.9	19.2	19.7	20.3	20.1	20.6	21.0	
	6H	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2	19.7	20.1	20.1	20.5	20.9	
	8H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	19.6	20.1	20.0	20.4	20.9	
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
8H	4H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	19.6	20.1	20.0	20.4	20.9	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.6	19.0	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8	
	8H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
	12H	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	
	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
12H	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
	8H	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	
	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	19.6	20.0	20.0	20.4	20.8	
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	19.5	19.8	20.0	20.2	20.7	
	8H	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H			+1.9	/	-6.4			+1.4	/	-2.6		
S = 1.5H			+3.7	/	-21.0			+3.1	/	-27.0		
S = 2.0H			+5.7	/	-26.7			+5.1	/	-30.4		
Tabla estándar Sumando de corrección		BK00					BK00					
		-1.4					0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total												

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Enfermeria / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.115 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	535	267	693	0.499
Suelo	20	474	272	629	0.574
Techo	70	95	71	105	0.749
Paredes (4)	50	200	71	357	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 18
Pared inferior 18
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

18 20
18 20

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H (1.000)	2520	3500	51.0
Total:			30240	42000	612.0

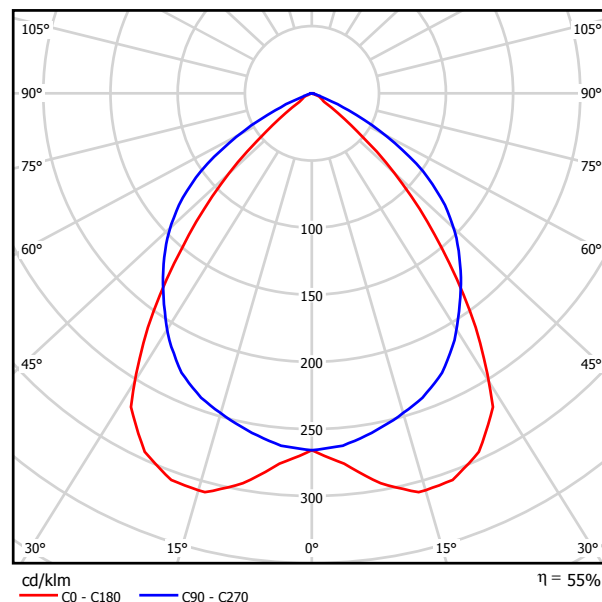
Valor de eficiencia energética: $15.30 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.00 m^2)

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 71 97 100 100 55

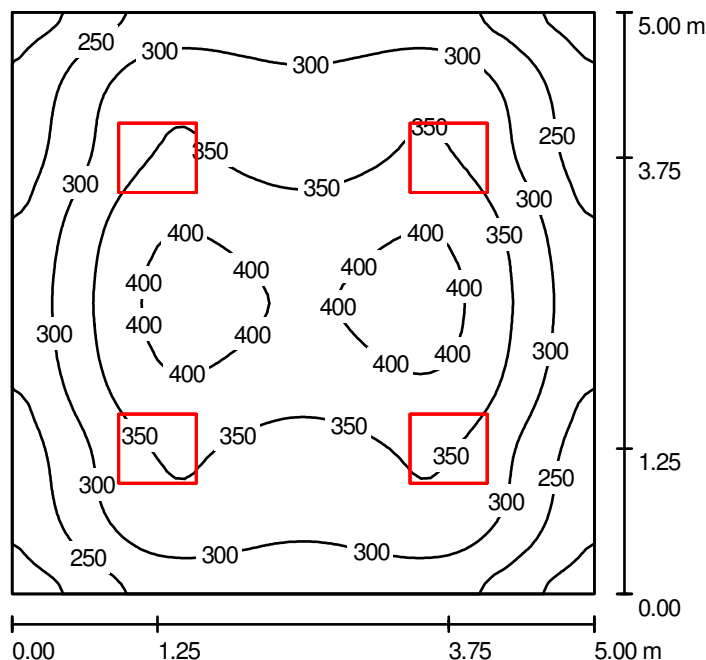
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	12.1	13.0	12.3	13.3	13.5	16.0	17.0	16.2	17.2	17.4	
	3H	12.0	12.8	12.3	13.1	13.3	16.0	16.9	16.3	17.1	17.4	
	4H	11.9	12.7	12.2	13.0	13.2	15.9	16.8	16.3	17.0	17.3	
	6H	11.8	12.6	12.2	12.8	13.1	15.9	16.6	16.2	16.9	17.2	
	8H	11.8	12.5	12.1	12.8	13.1	15.8	16.6	16.2	16.9	17.2	
4H	12H	11.7	12.4	12.1	12.7	13.0	15.8	16.5	16.2	16.8	17.1	
	2H	12.2	13.0	12.5	13.3	13.5	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2	
	3H	12.1	12.8	12.5	13.1	13.4	15.9	16.5	16.2	16.8	17.2	
	4H	12.0	12.6	12.4	13.0	13.3	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1	
	6H	12.0	12.5	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	
8H	12H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	17.0	
	12H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	4H	11.9	12.4	12.4	12.8	13.2	15.7	16.2	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.9	12.2	12.3	12.7	13.1	15.6	16.0	16.1	16.4	16.9	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
12H	12H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
	4H	11.9	12.3	12.3	12.7	13.1	15.7	16.1	16.1	16.5	16.9	
	6H	11.8	12.1	12.3	12.6	13.1	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
	8H	11.8	12.1	12.3	12.5	13.0	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+2.2 / -7.4					+0.8 / -1.0						
S = 1.5H	+3.6 / -10.3					+1.7 / -3.8						
S = 2.0H	+5.2 / -11.8					+3.5 / -9.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	-8.4					-4.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total												

Janotec SL

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.110 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	322	183	416	0.570
Suelo	20	270	173	371	0.639
Techo	70	55	42	63	0.761
Paredes (4)	50	122	44	219	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 12
Pared inferior 12
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

12 16
12 16

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5 (1.000)	2970	5400	69.5
Total:			11880	21600	278.0

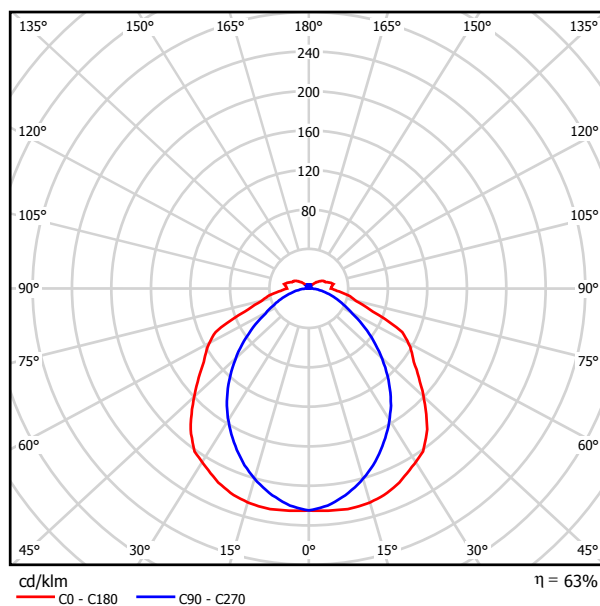
Valor de eficiencia energética: $11.12 \text{ W/m}^2 = 3.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.00 m^2)

Valmec SL

Proyecto elaborado por Iñaki Sánchez-Valverde Erice
 Teléfono 948-265045 / 665374466
 Fax
 e-Mail isvalverde@hotmail.com

Philips TMX204 2xTL-D36W/830 CON +GMX450 RP +GGX450 M2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 92
 Código CIE Flux: 51 81 95 92 63

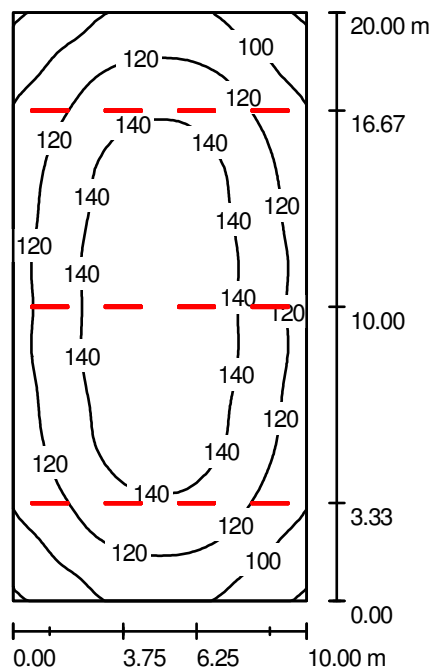
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.8	19.9	19.2	20.3	20.7	15.7	16.9	16.1	17.3	17.7	
	3H	20.5	21.6	20.9	22.0	22.4	16.6	17.7	17.0	18.1	18.5	
	4H	21.2	22.2	21.6	22.6	23.0	17.0	18.0	17.4	18.4	18.8	
	6H	21.9	22.8	22.4	23.3	23.7	17.2	18.2	17.7	18.6	19.1	
	8H	22.3	23.2	22.8	23.6	24.1	17.3	18.2	17.8	18.7	19.2	
	12H	22.7	23.6	23.2	24.1	24.6	17.4	18.2	17.9	18.7	19.2	
4H	2H	19.0	20.0	19.4	20.4	20.8	16.5	17.5	16.9	17.9	18.4	
	3H	20.9	21.7	21.4	22.2	22.7	17.5	18.4	18.0	18.9	19.4	
	4H	21.7	22.5	22.2	22.9	23.5	18.0	18.8	18.5	19.3	19.8	
	6H	22.7	23.3	23.2	23.8	24.4	18.4	19.1	18.9	19.6	20.1	
	8H	23.2	23.8	23.8	24.3	24.9	18.5	19.1	19.1	19.7	20.2	
	12H	23.8	24.3	24.4	24.9	25.5	18.6	19.2	19.2	19.7	20.3	
8H	4H	21.8	22.4	22.4	22.9	23.5	18.5	19.1	19.1	19.7	20.2	
	6H	23.0	23.5	23.5	24.0	24.6	19.1	19.6	19.7	20.2	20.8	
	8H	23.7	24.1	24.3	24.7	25.3	19.3	19.8	19.9	20.3	21.0	
	12H	24.4	24.8	25.1	25.4	26.1	19.5	19.9	20.1	20.5	21.1	
	4H	21.8	22.3	22.4	22.9	23.5	18.7	19.2	19.2	19.8	20.4	
	6H	23.0	23.4	23.6	24.0	24.7	19.4	19.8	20.0	20.4	21.0	
12H	8H	23.8	24.1	24.4	24.7	25.4	19.7	20.1	20.3	20.7	21.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.1 / -0.2					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					+0.7 / -1.1					
Tabla estándar		BK08					BK05					
Sumando de corrección		5.9					0.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700lm Flujo luminoso total												

Valmec SL

Proyecto elaborado por Iñaki Sánchez-Valverde Erice
 Teléfono 948-265045 / 665374466
 Fax
 e-Mail isvalverde@hotmail.com

Local 1 / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Altura de montaje: 7.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:257

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	126	78	155	0.621
Suelo	20	118	78	143	0.658
Techo	70	47	32	85	0.692
Paredes (4)	50	77	41	209	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 19
 Pared inferior 20
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

19 16
 20 17

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TMX204 2xTL-D36W/830 CON +GMX450 RP +GGX450 M2 (1.000)	4221	6700	85.0
Total:			50652	80400	1020.0

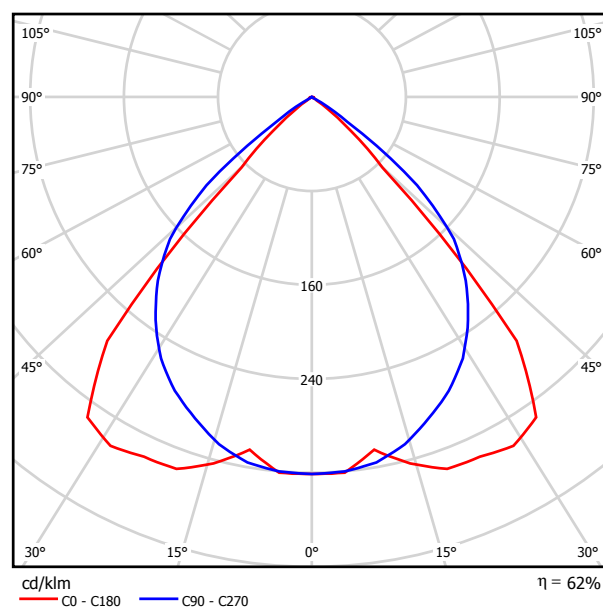
Valor de eficiencia energética: $5.10 \text{ W/m}^2 = 4.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 200.00 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMX400 1xTL-D58W HFP +GMX450 R +GGX450 C6 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



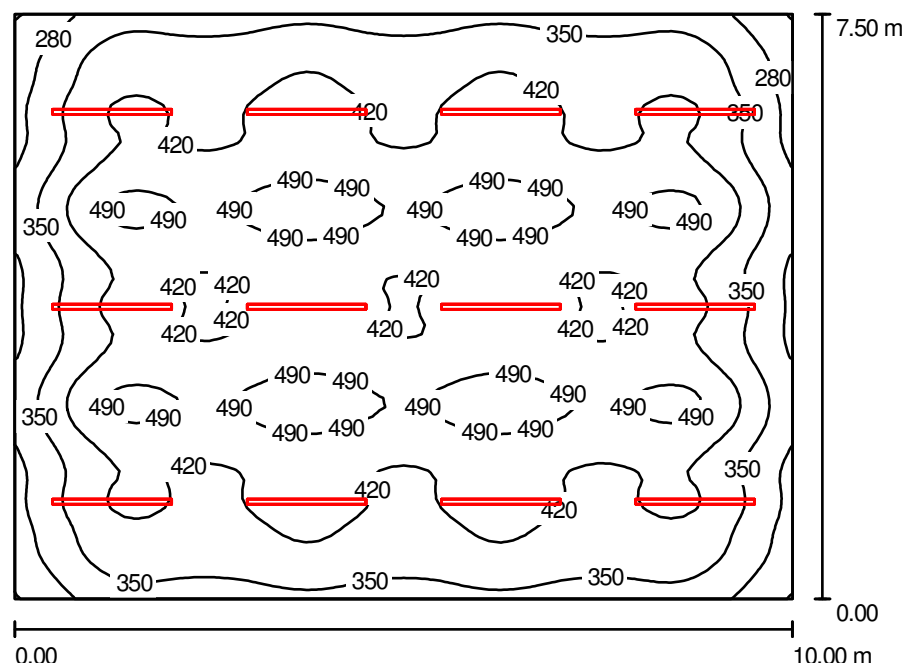
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 100 100 100 61

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30
ρ Techo		70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	20	20	50	30	50	30	20
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.4	15.7	16.6	16.8	16.5	17.4	16.8	17.6	17.8	
	3H	15.3	16.1	15.6	16.4	16.6	16.4	17.2	16.7	17.4	17.7	
	4H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.5	16.3	17.0	16.6	17.3	17.6	
	6H	15.2	15.9	15.5	16.1	16.4	16.2	16.9	16.6	17.2	17.5	
	8H	15.1	15.8	15.5	16.1	16.4	16.2	16.8	16.5	17.1	17.4	
	12H	15.1	15.7	15.5	16.0	16.4	16.1	16.8	16.5	17.1	17.4	
4H	2H	15.3	16.1	15.7	16.3	16.6	16.3	17.1	16.6	17.3	17.6	
	3H	15.2	15.8	15.5	16.1	16.4	16.2	16.8	16.5	17.1	17.4	
	4H	15.1	15.7	15.5	16.0	16.3	16.1	16.6	16.5	17.0	17.3	
	6H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.3	16.0	16.5	16.4	16.8	17.2	
	8H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	
	12H	15.0	15.3	15.4	15.7	16.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1	
8H	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	
	6H	14.9	15.3	15.4	15.7	16.1	15.9	16.2	16.4	16.7	17.1	
	8H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.1	15.9	16.1	16.3	16.6	17.1	
	12H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
	4H	15.0	15.3	15.4	15.7	16.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1	
	6H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.1	15.9	16.1	16.3	16.6	17.1	
12H	4H	15.0	15.3	15.4	15.7	16.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1	
	6H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.1	15.9	16.1	16.3	16.6	17.1	
	8H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+2.6 / -12.6					+2.2 / -5.0					
S = 1.5H		+4.2 / -21.9					+3.4 / -25.5					
S = 2.0H		+6.2 / -30.8					+5.4 / -89.7					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		-4.8					-3.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:97

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	412	208	532	0.505
Suelo	20	375	201	500	0.536
Techo	70	70	53	80	0.760
Paredes (4)	50	133	50	238	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 15
Pared inferior 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

15 16
15 16

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TMX400 1xTL-D58W HFP +GMX450 R +GGX450 C6 (1.000)	3224	5200	55.0
Total:			38688	62400	660.0

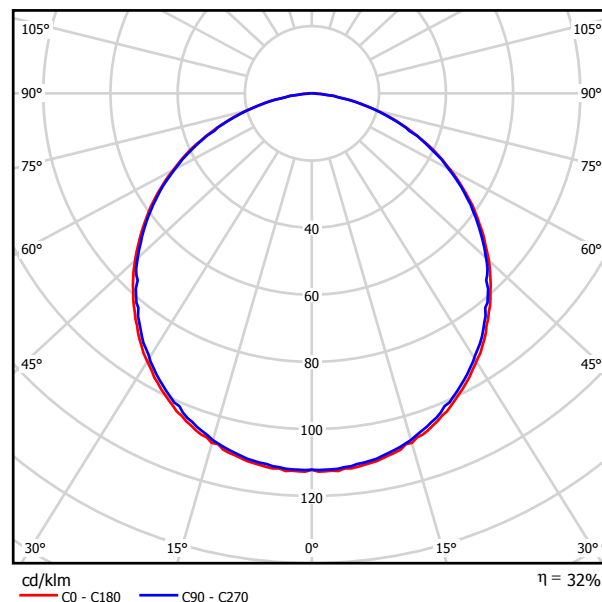
Valor de eficiencia energética: $8.80 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 75.01 m^2)

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS122 2xPL-C/2P13W O / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



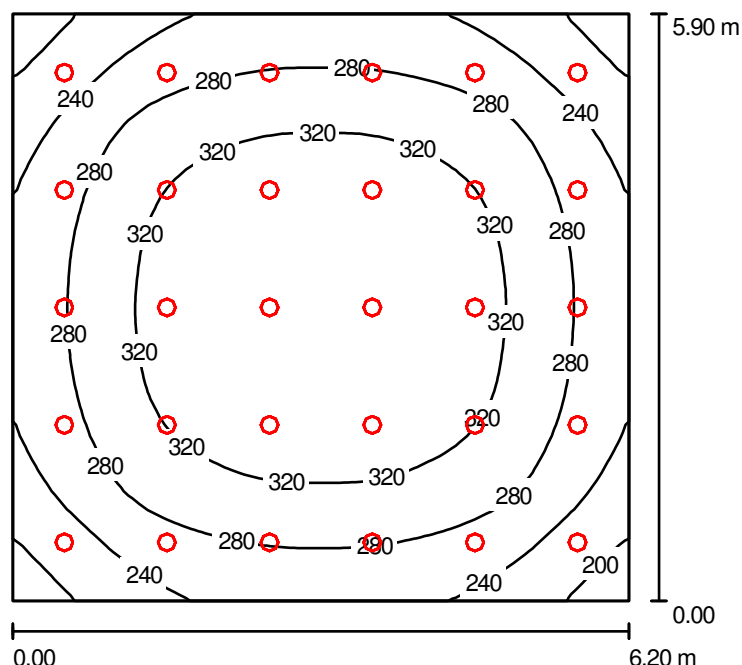
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 32

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	21.5	22.8	21.8	23.0	23.3	21.4	22.8	21.7	23.0	23.2	
	3H	23.0	24.2	23.3	24.4	24.7	22.9	24.1	23.3	24.4	24.7	
	4H	23.6	24.7	23.9	25.0	25.3	23.5	24.6	23.9	24.9	25.2	
	6H	23.9	25.0	24.3	25.3	25.6	23.9	24.9	24.3	25.2	25.6	
	8H	24.0	25.0	24.4	25.3	25.7	24.0	25.0	24.4	25.3	25.6	
4H	12H	24.1	25.0	24.4	25.3	25.7	24.0	25.0	24.4	25.3	25.6	
	2H	22.1	23.3	22.5	23.5	23.8	22.1	23.2	22.5	23.5	23.8	
	3H	23.8	24.8	24.2	25.1	25.5	23.8	24.8	24.2	25.1	25.4	
	4H	24.5	25.4	24.9	25.7	26.1	24.5	25.4	24.9	25.7	26.1	
	6H	25.0	25.8	25.4	26.1	26.5	25.0	25.7	25.4	26.1	26.5	
8H	12H	25.1	25.8	25.6	26.2	26.6	25.1	25.8	25.5	26.2	26.6	
	2H	25.2	25.8	25.7	26.2	26.7	25.2	25.8	25.6	26.2	26.6	
	3H	24.8	25.5	25.2	25.9	26.3	24.8	25.5	25.2	25.9	26.3	
	4H	25.4	26.0	25.9	26.4	26.8	25.4	25.9	25.8	26.3	26.8	
	6H	25.6	26.1	26.1	26.5	27.0	25.6	26.0	26.0	26.5	27.0	
12H	12H	25.7	26.1	26.2	26.6	27.1	25.7	26.1	26.1	26.5	27.0	
	4H	24.8	25.4	25.3	25.8	26.3	24.8	25.4	25.2	25.8	26.3	
	6H	25.4	25.9	25.9	26.4	26.8	25.4	25.9	25.9	26.3	26.8	
	8H	25.6	26.1	26.1	26.5	27.0	25.6	26.0	26.1	26.5	27.0	
	12H	25.6	26.1	26.1	26.5	27.0	25.6	26.0	26.1	26.5	27.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1						
S = 1.5H	+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.3						
S = 2.0H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7						
Tabla estándar	BK05					BK05						
Sumando de corrección	4.1					4.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1800lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por IBON DUCUN BERRIO
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.914 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	289	181	357	0.626
Suelo	20	245	165	304	0.673
Techo	70	69	61	95	0.882
Paredes (4)	50	167	73	274	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
Pared inferior 25
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

25
25

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	30	Philips FBS122 2xPL-C/2P13W O (1.000)	576	1800	34.6
Total:			17280	54000	1038.0

Valor de eficiencia energética: 28.38 W/m² = 9.81 W/m²/100 lx (Base: 36.58 m²)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

Ibón Ducun Berrio

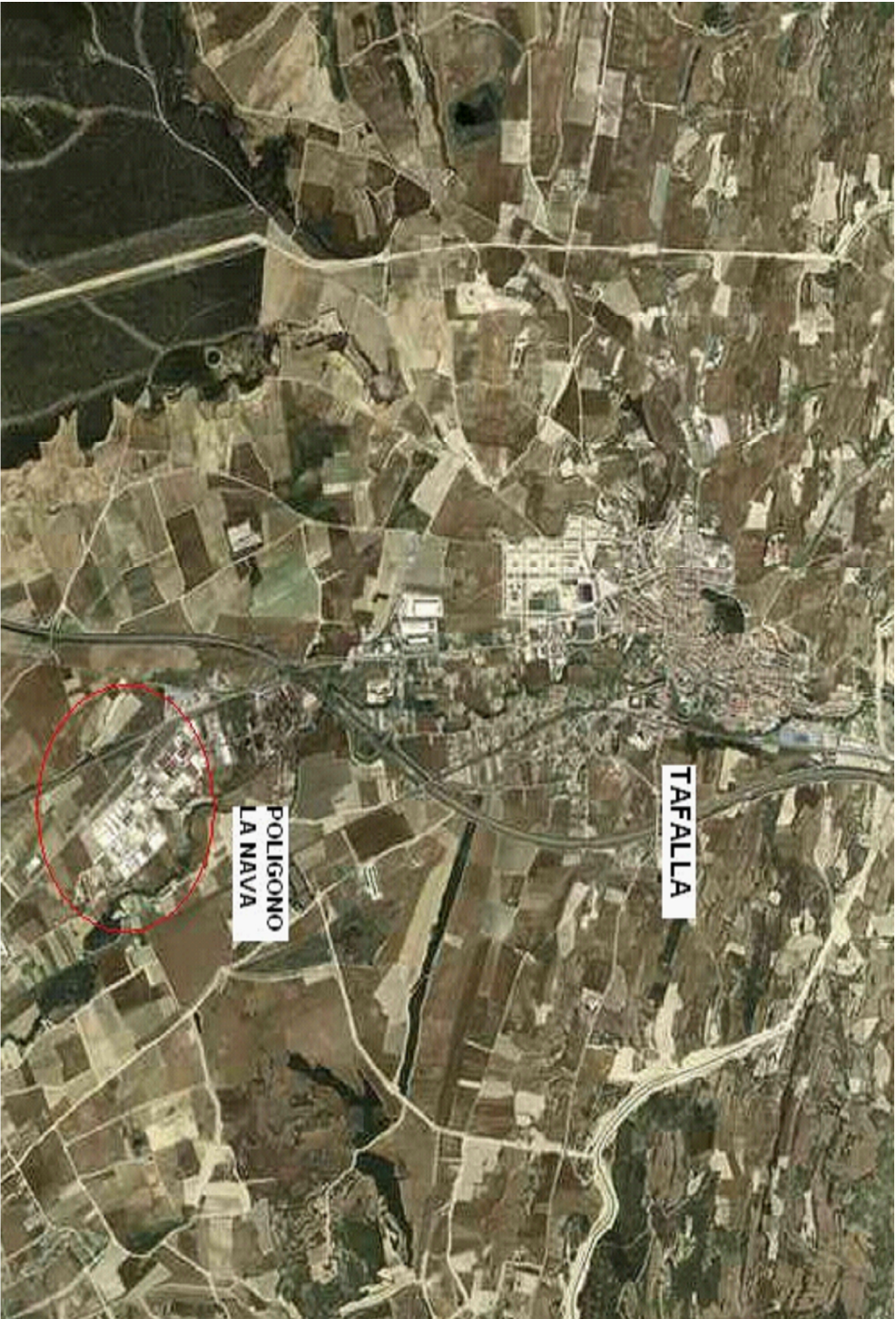
Felix Arroniz Fdez. de Gaceo


Pamplona, 08/2012

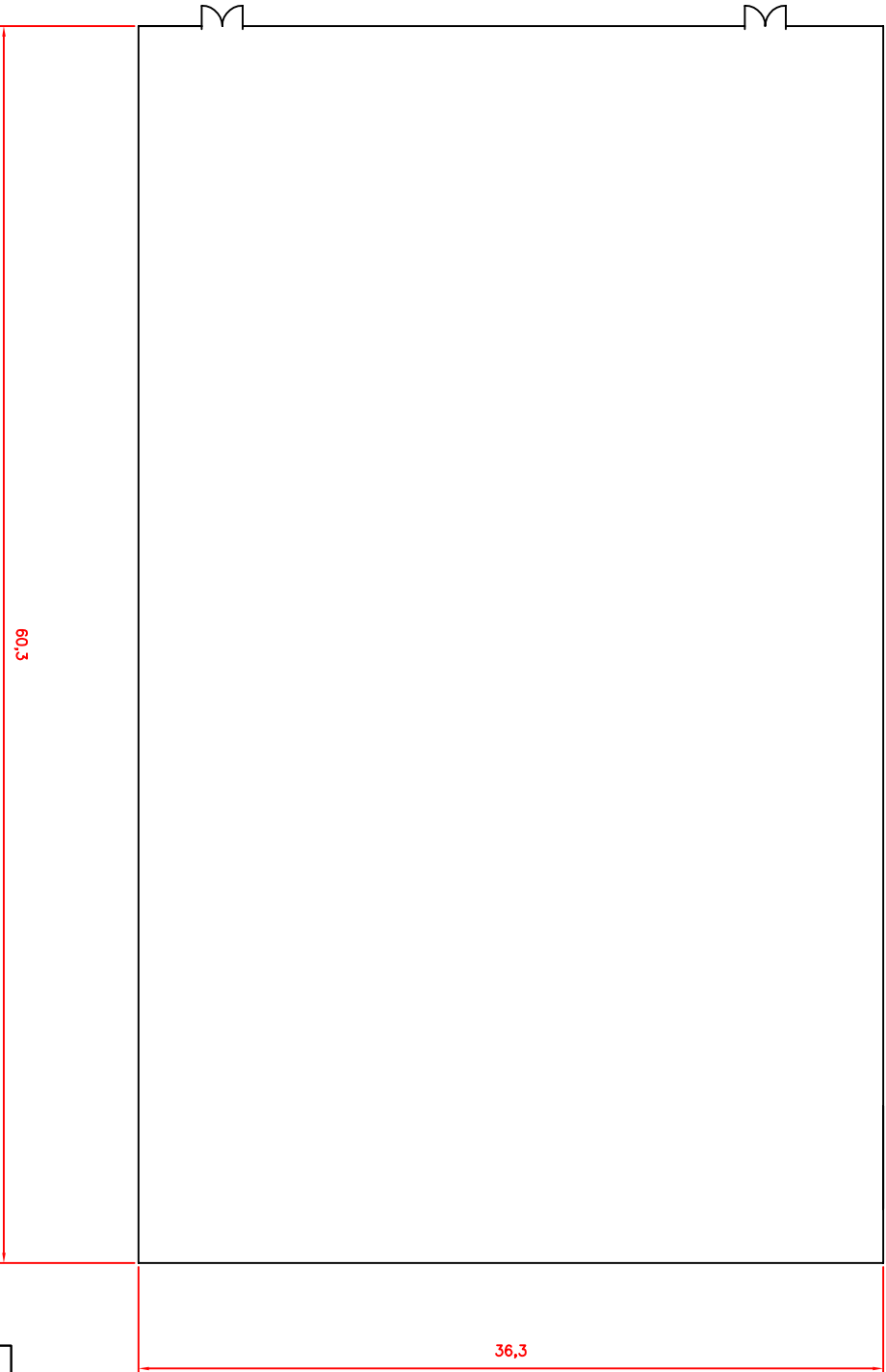
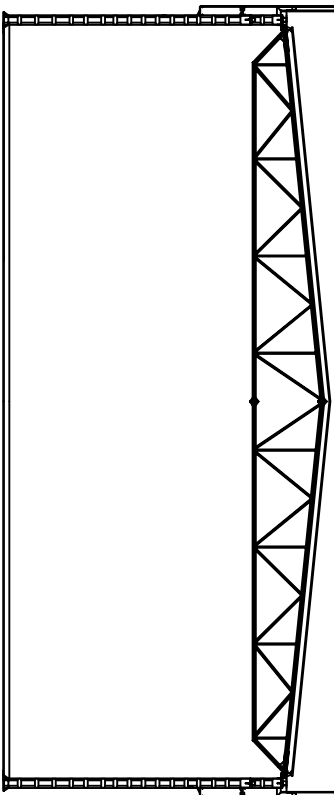
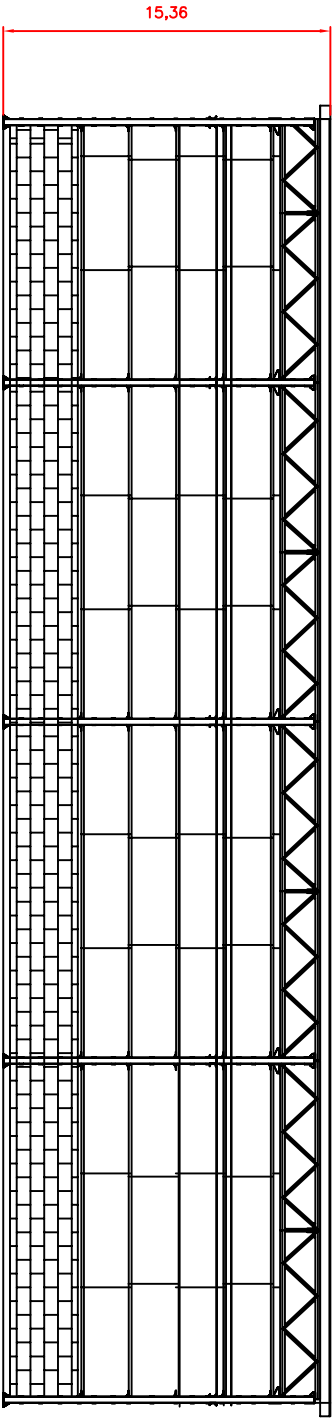



3. PLANOS

- 01 SITUACIÓN
- 02 DIMENSIÓN DE LA NAVE
- 03 MOBILIARIO Y MAQUINARIA
- 04 DISPOSICIÓN DE CUADROS
- 05 ILUMINACIÓN
- 06 PUESTA A TIERRA
- 07 DETALLE DE EXCAVACIÓN REJILLAS Y COTAS DE CT
- 08 ESQUEMA UNIFILAR CT
- 09 DISTRIBUCIÓN DEL CT
- 10 PUESTA A TIERRA CT
- 11 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT Y AUXILIAR DE CT
- 12 CUADRO GENERAL
- 13 ALUMBRADO NAVE
- 14 CUADRO AUXILIAR I
- 15 CUADRO AUXILIAR II
- 16 CUADRO AUXILIAR III
- 17 CUADRO AUXILIAR IV
- 18 CUADRO AUXILIAR V
- 19 CUADRO AUXILIAR VI
- 20 CUADRO AUXILIAR VII



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				REALIZADO: Ducun Berrio,Ibon	
PLANO: SITUACIÓN				FIRMA:	
FECHA: 08/2012		ESCALA: S/E		Nº PLANO 1	



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:
DUCUN BERRIO, IBON

FIRMA:

PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO
DIMENSIONES DE LA NAVE	08/2012	1:400	2



1. Recepción

2. Sala de Descanso

3. Zona de paso

4. Oficina Técnica

5. Director General

6. Sala Reuniones

7. Vestuario de Hombres

8. Vestuario de Mujeres
9. Aseos Hombres

10. Aseos Mujeres

11. Zona de Moldeo

12. Zona de vaciado y Recorte


13. Zona de Fusión

14. Zona de Acabado
15. Taller de Mantenimiento

16. Almacén

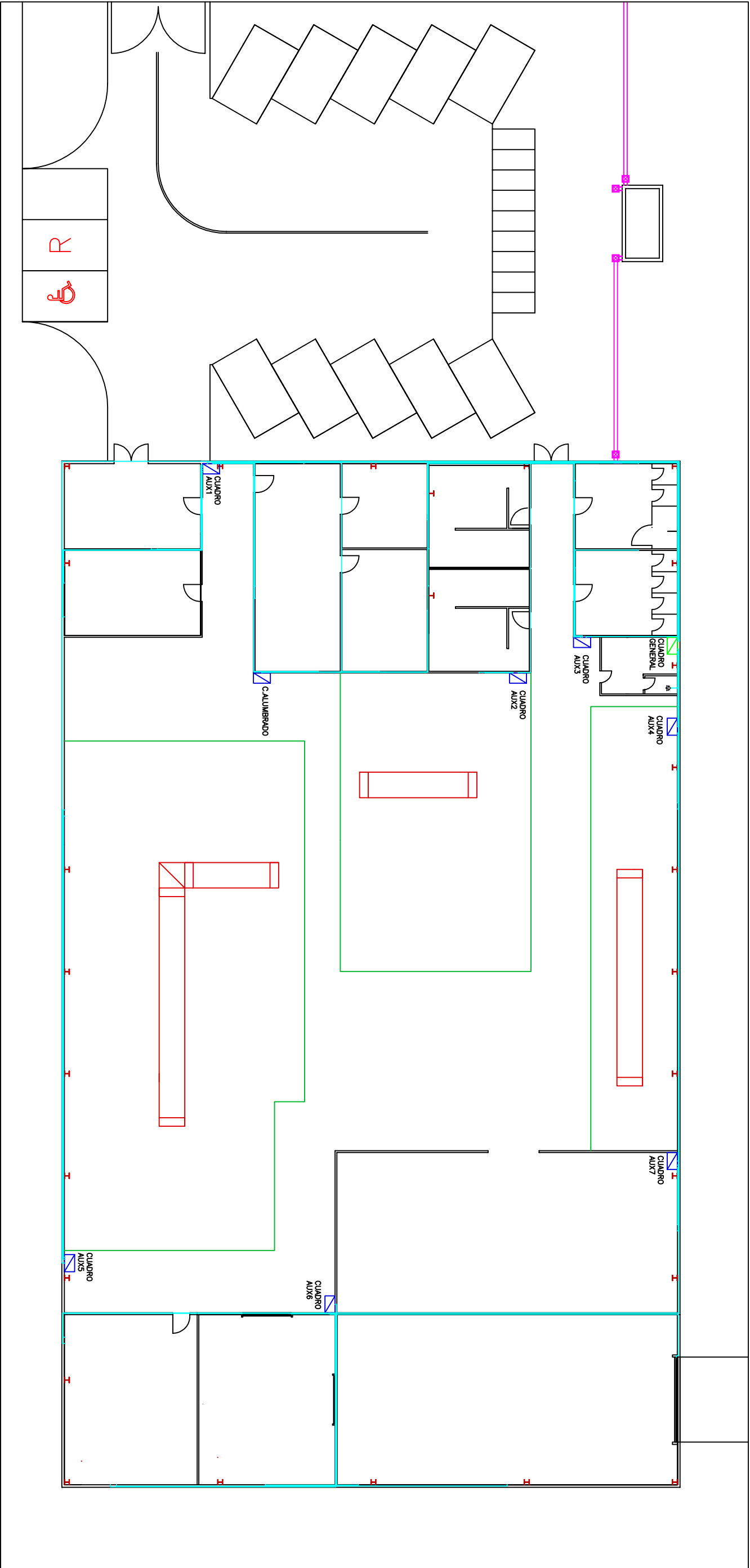
17. Garaje

18. Centro de Transformación

 <div>Universidad Pública de Navarra</div> <div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:	REALIZADO:
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	DUCUN BERRIO, IBON
FIRMA:	

PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
MOBILIARIO Y MAQUINARIA	08/2012	1:250	3



CUADRO AUXILIAR

CUADRO GENERAL


BANDEJA PORTACABLE

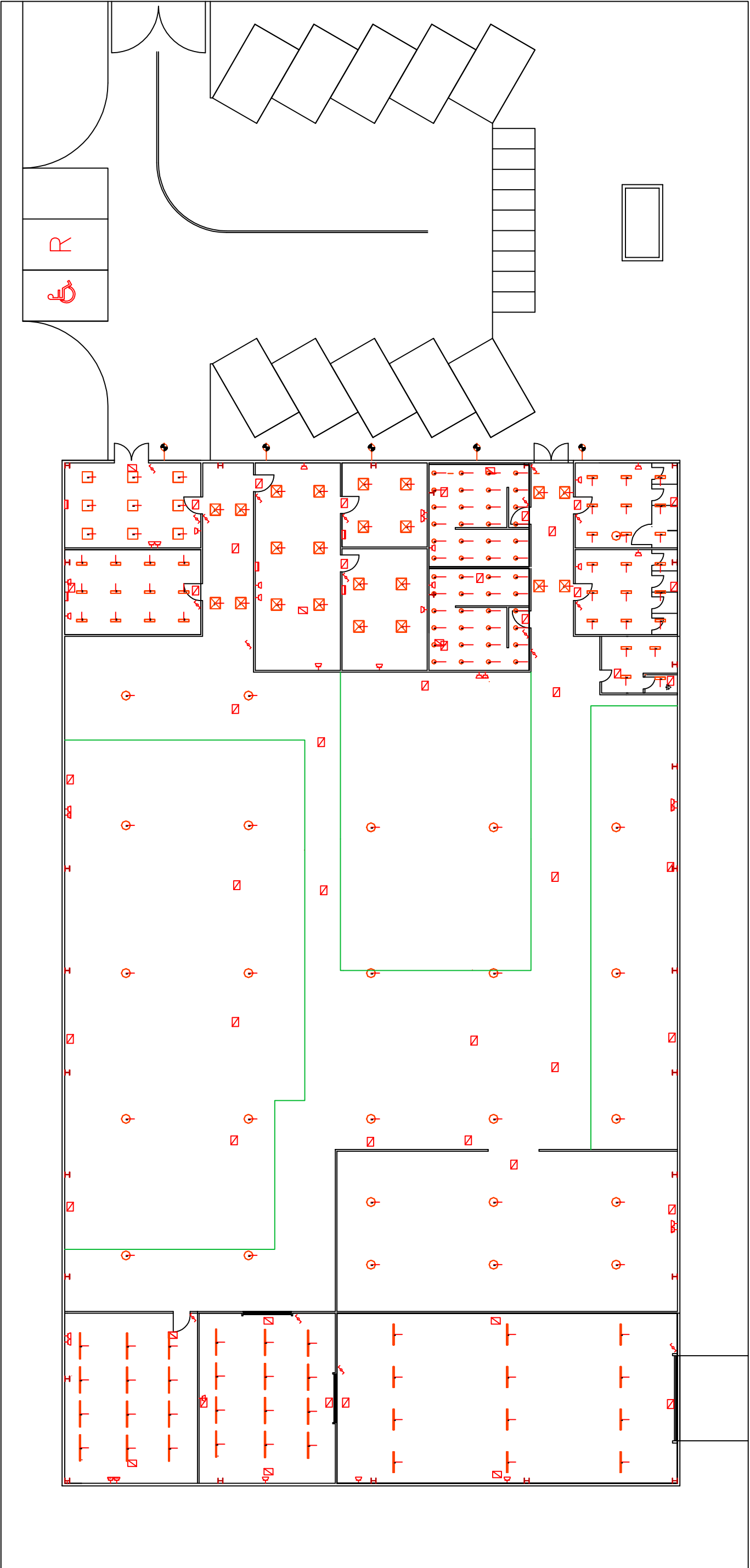
Cinta Transportadora

CONDUCTORES

CLIMATIZADOR

ACOMETIDA

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL</div>	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL				REALIZADO: DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO: DISPOSICIÓN CUADROS				FIRMA:	
FECHA: 08/2012		ESCALA: 1:250		Nº PLANO: 4	



- ☒

ALUMBRADO DE EMERGENCIA S-300
NORMALUX GENERAL
- ☒

TOMA MONOFÁSICA
- ☒

TOMA TRIFÁSICA
- ☒

INTERRUPTOR
- ☒

PHILIPS MAPALA TBS160 4xTL-D18W/830 CON M1
- ☒

Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H
- ☒

Philips FBS122 2xPL-C/2P13W O
- ☒

Philips TBS424 4xTL5-14W HFP C5-H GT

☒

Philips HPK080 1xHP-P400W-BU R GC

☒

PHILIPS INDOLIGHT TBS331 2xTL-D36W/830 HF L1

☒

LAMPARAS HIGH-BAY HPK SPK110 1xHP-P400W-BU SGR/740 WB P1

☒


Philips TMX400 1xTL-D58W HFP +GMX450 R +GGX450 C6

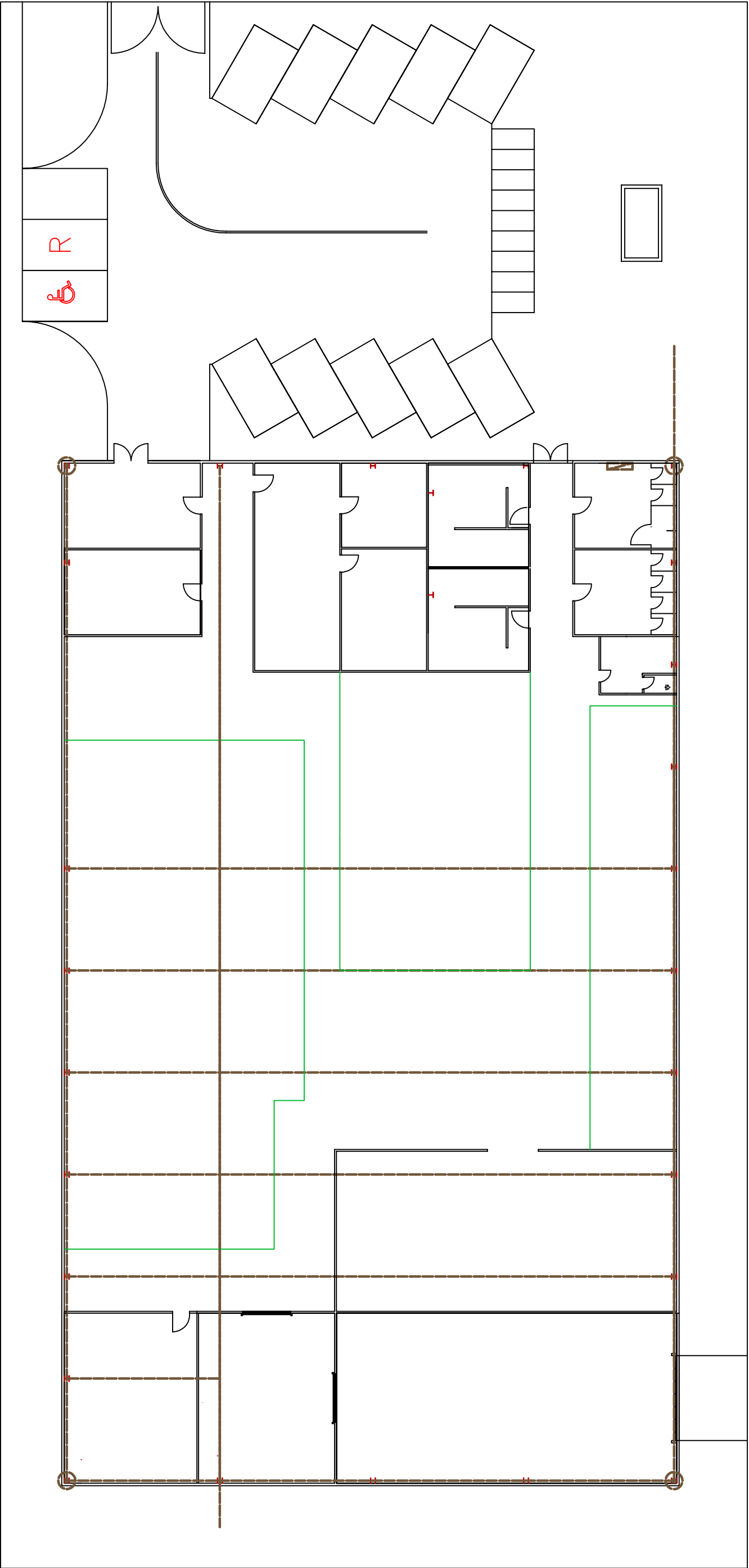
☒

PHILIPS TMX400 1xTL-D58W/830 CON +GMX450 +GGX450 C6

☒

ALUMBRADO DE EMERGENCIA S-300 NORMALUX

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div>		<div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div></div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
PROYECTO: <div>Instalación de Baja Tensión con Centro de Transformación de una Nave Industrial</div>		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO: DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO: ILUMINACIÓN		FIRMA:		FECHA: 08/2012	
				ESCALA: 1:250	
				Nº PLANO 5	



- CONDUCTOR DESNUDO DE Cu 35 mm²
- SECCIONADOR DE TIERRAS
- PICA DE PUESTA A TIERRA



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E INGENIERIA
RURAL

PROYECTO:

**INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

DUCUN BERRIO, IBON

FIRMA:

PLANO:

PUESTA A TIERRA NAVE

FECHA:

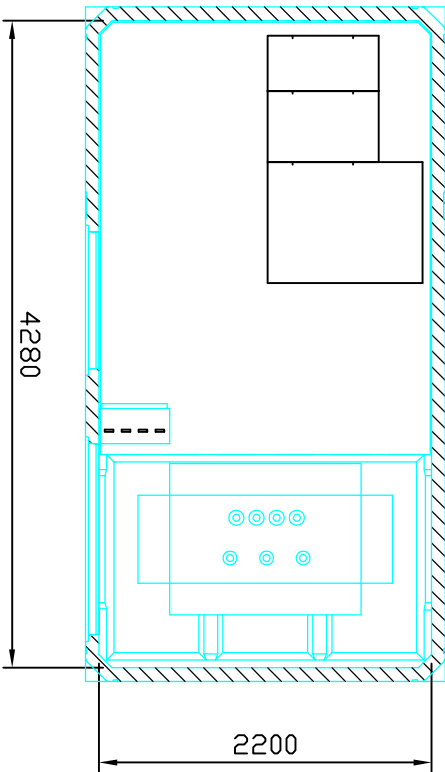
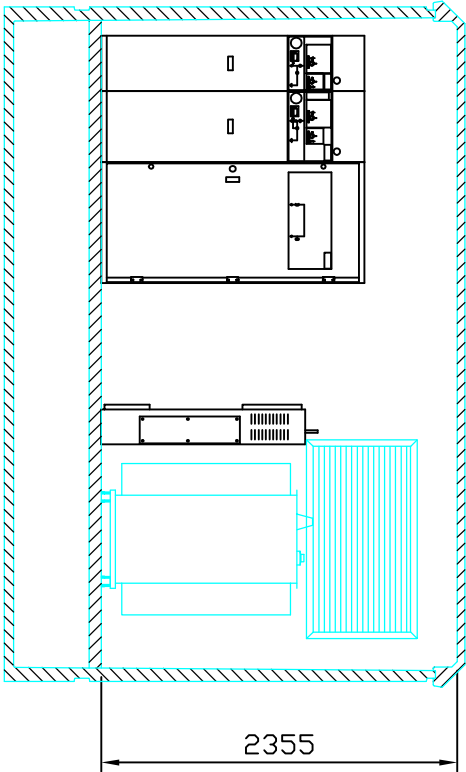
08/2012

ESCALA:

1:250

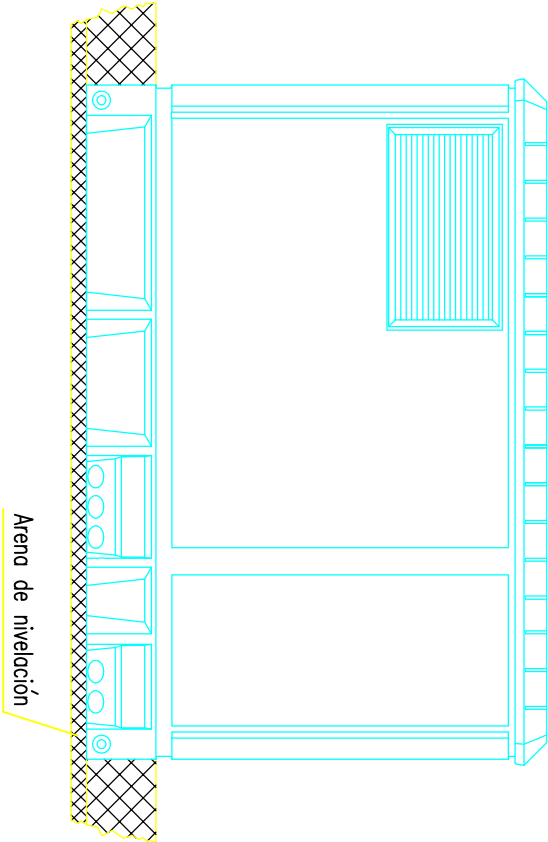
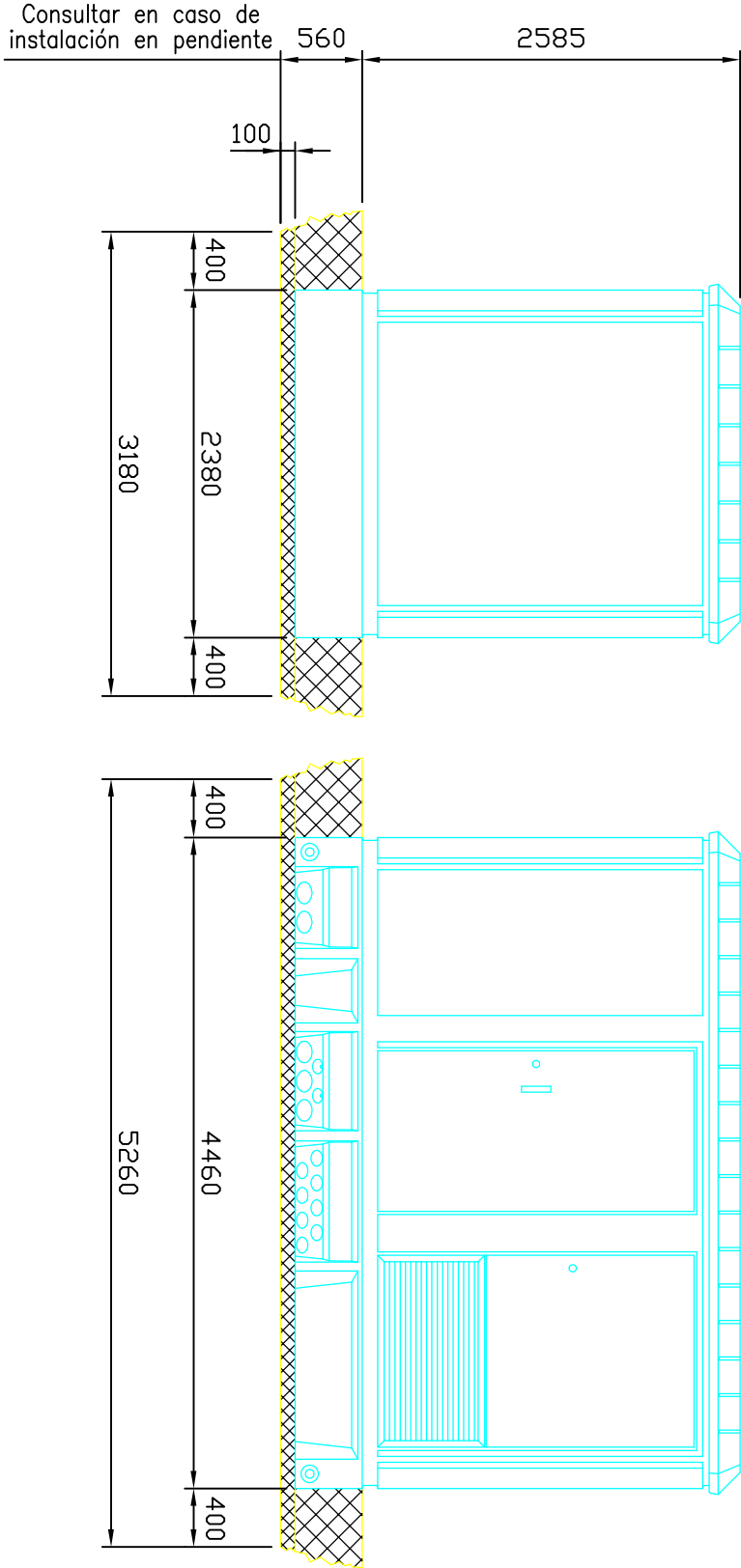
Nº PLANO:


6

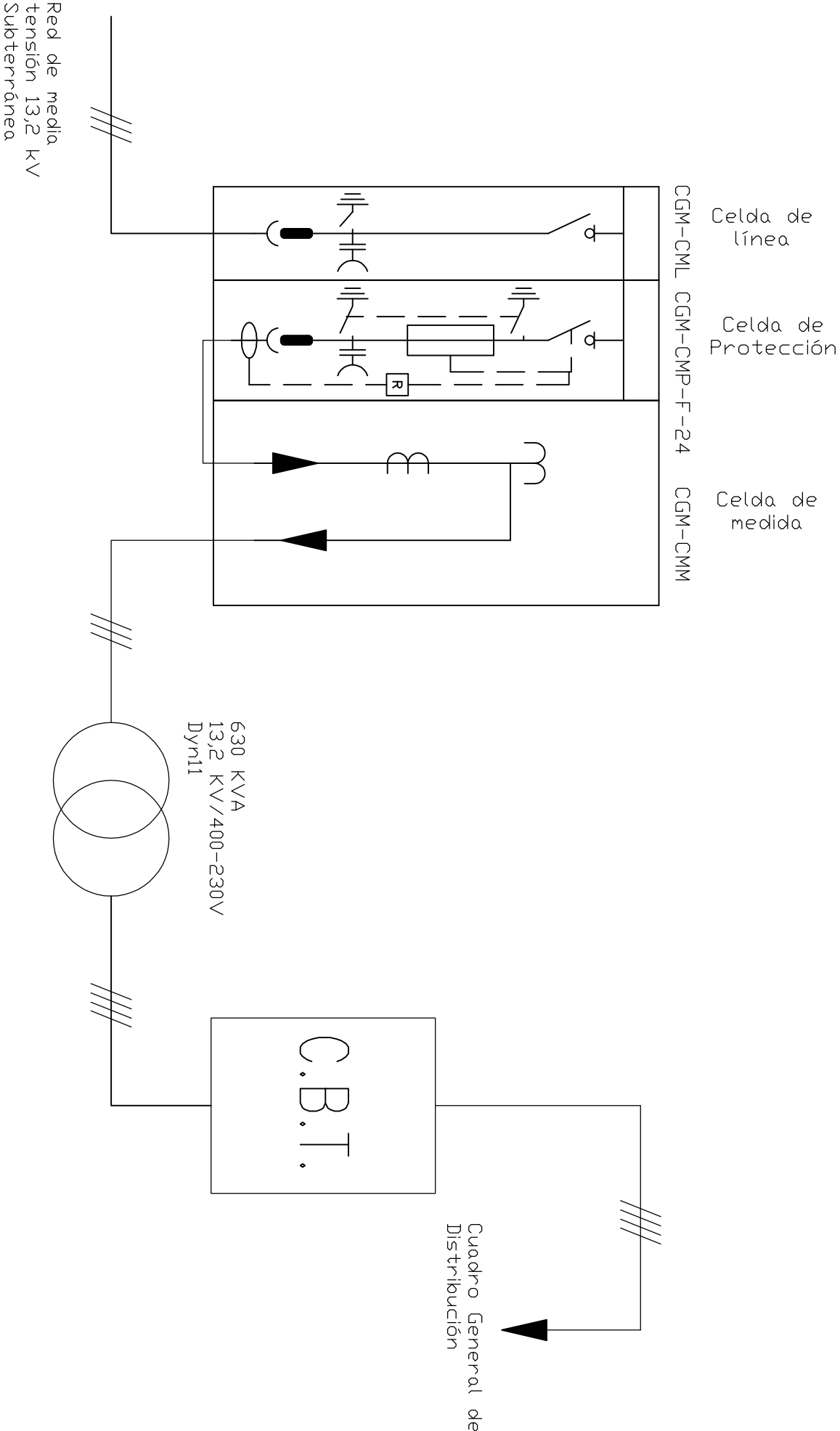


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION

5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>DUCUN BERRIO, IBON</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>DETALLE EXCAVACION, REJILLAS Y COTAS DEL CT</div>		<div>FECHA:</div> <div>08/2012</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:60</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>7</div>	



	Seccionador de puesta a tierra
	Interruptor seccionador
	Indicador de presencia de tensión
	Interruptor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS

CGM-CML: Celda de línea	Un=24kV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito: 16kA-40kA Capacidad de cierre: 40kA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24kV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito: 16kA-40kA Capacidad de cierre: 40kA Fusibles: 3x25A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24kV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 5-10/5A Clase 0,2 Aislamiento 24kV 3 Transformadores de tensión de relación 13200/110 Clase 0,2 Aislamiento 24kV

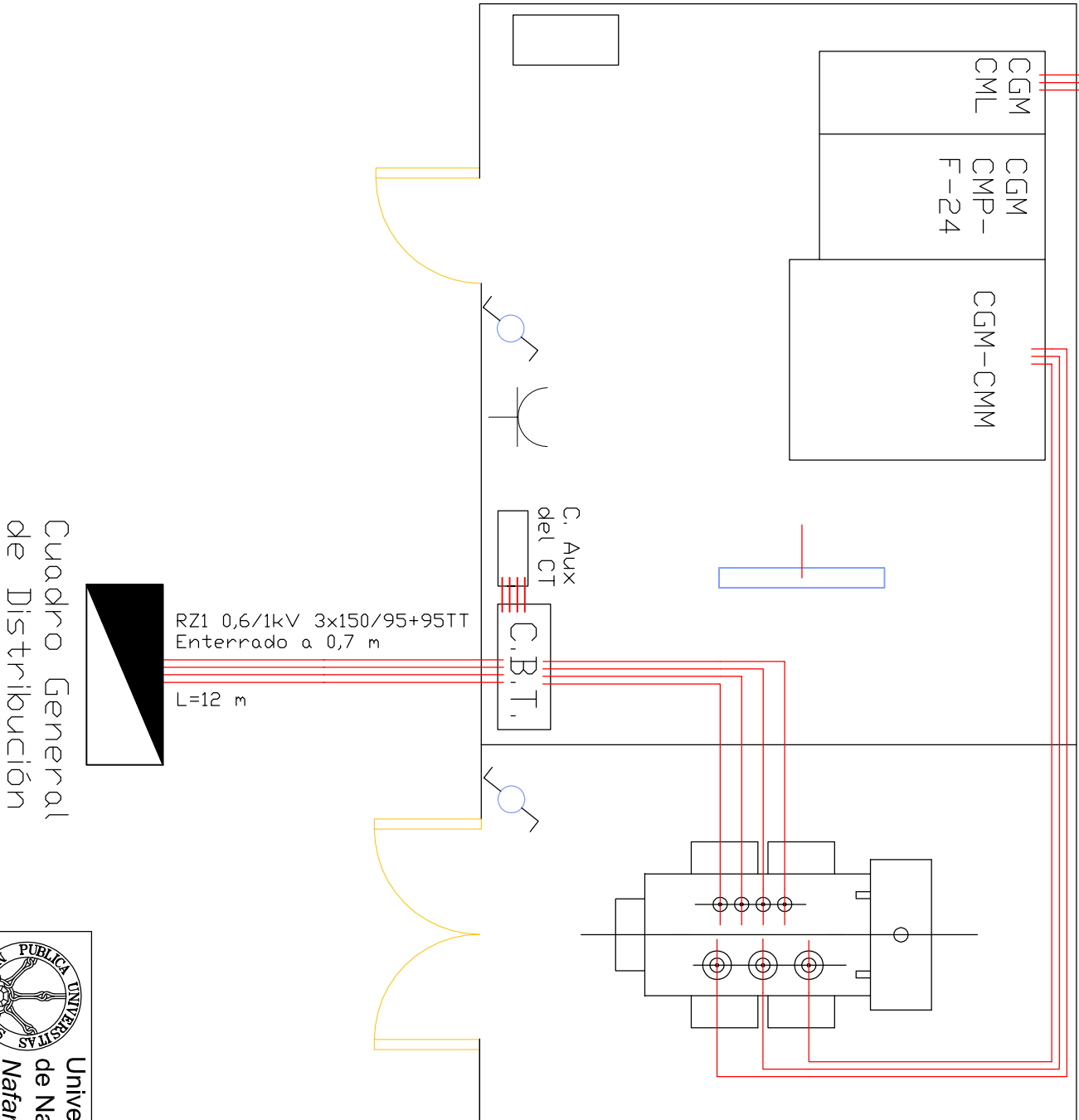
	Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
PROYECTO:		REALIZADO:	
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO		DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO:		FIRMA:	
ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION		FECHA:	ESCALA:
		08/2012	S/E
		Nº PLAN: 8	

Línea de Media tensión
13,2KV; IBERDROLA
Subterránea

CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO

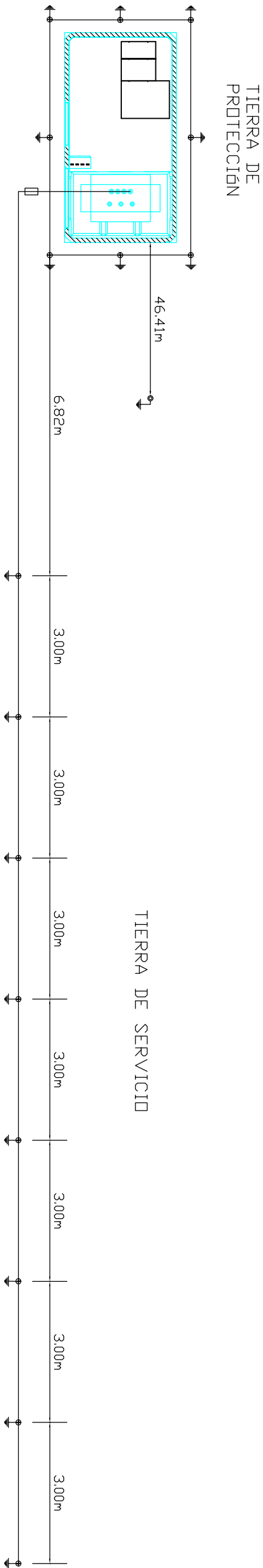
Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380

Cuadro de
contadores



CGM-CML: Celda de línea CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible CGM-CMM: Celda de medida	
	Toma monofásica
	Luminaria Philips Mazda TCS097 1xTL-D58W HFP
	Interruptor conmutado
	Alumbrado de emergencia
	Cuadro General de Distribución

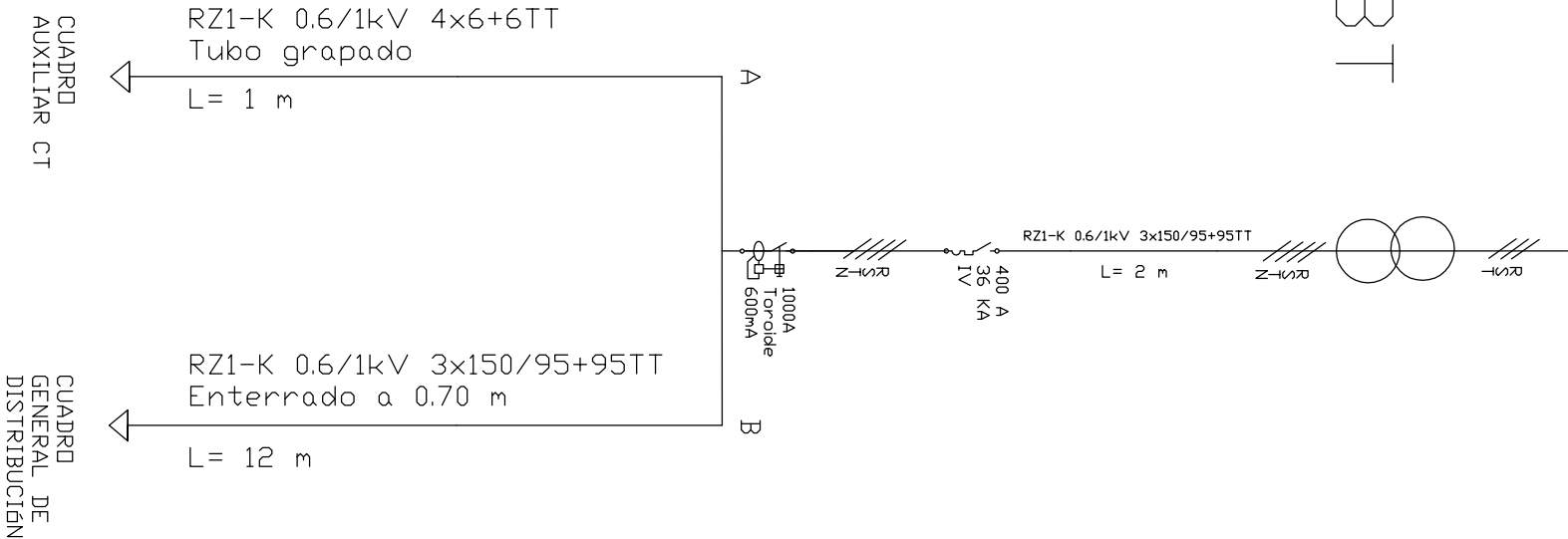
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO		REALIZADO: DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO: DISTRIBUCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FIRMA:	
		FECHA:	08/2012
		ESCALA:	S/E
		Nº PLANO:	9



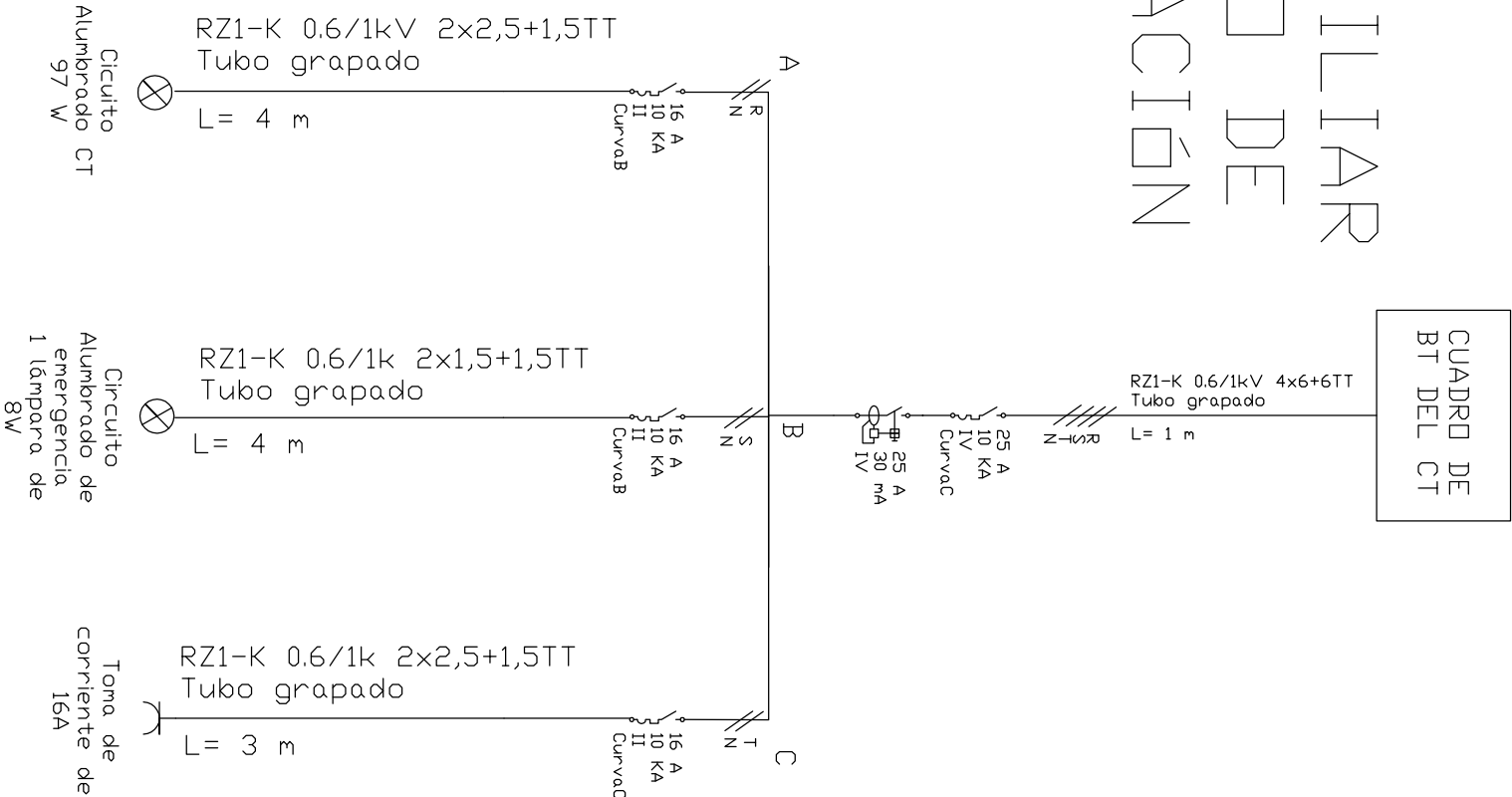
---	Conductor de cobre desnudo de 50mm ²
---	Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm ²
	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
	Arqueta de registro
	Punta Franklin
	Pica de cobre de 14mm de diámetro

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO		REALIZADO: DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FIRMA:	
		FECHA: 08/2012	ESCALA: 1:100
		Nº PLANO: 10	

CUADRO DE BT
DEL CT



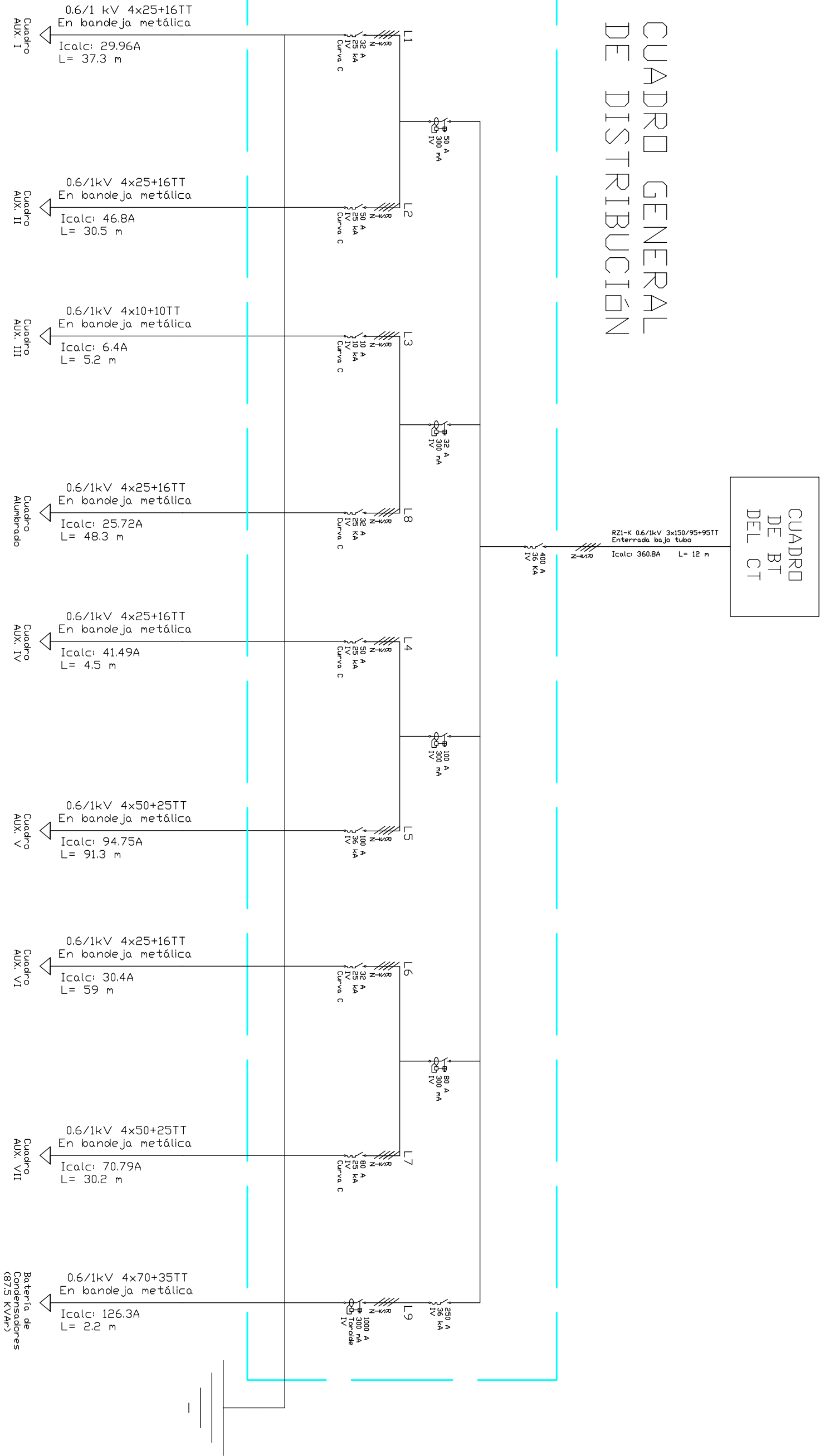
CUADRO AUXILIAR
DEL CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN



	Calibre N° polos		Interruptor diferencial
	Inom, PDC, Curva		Interruptor automatico magnetotérmico
	Alumbrado		TC 16A 2P+T

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO		REALIZADO: DUCCUN BERRIO, IBON		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT Y AUXILIAR DEL CT		FIRMA:		
		FECHA: 08/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 11

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



Calibre
Sensibilidad
Nº Polos

Interruptor
diferencial

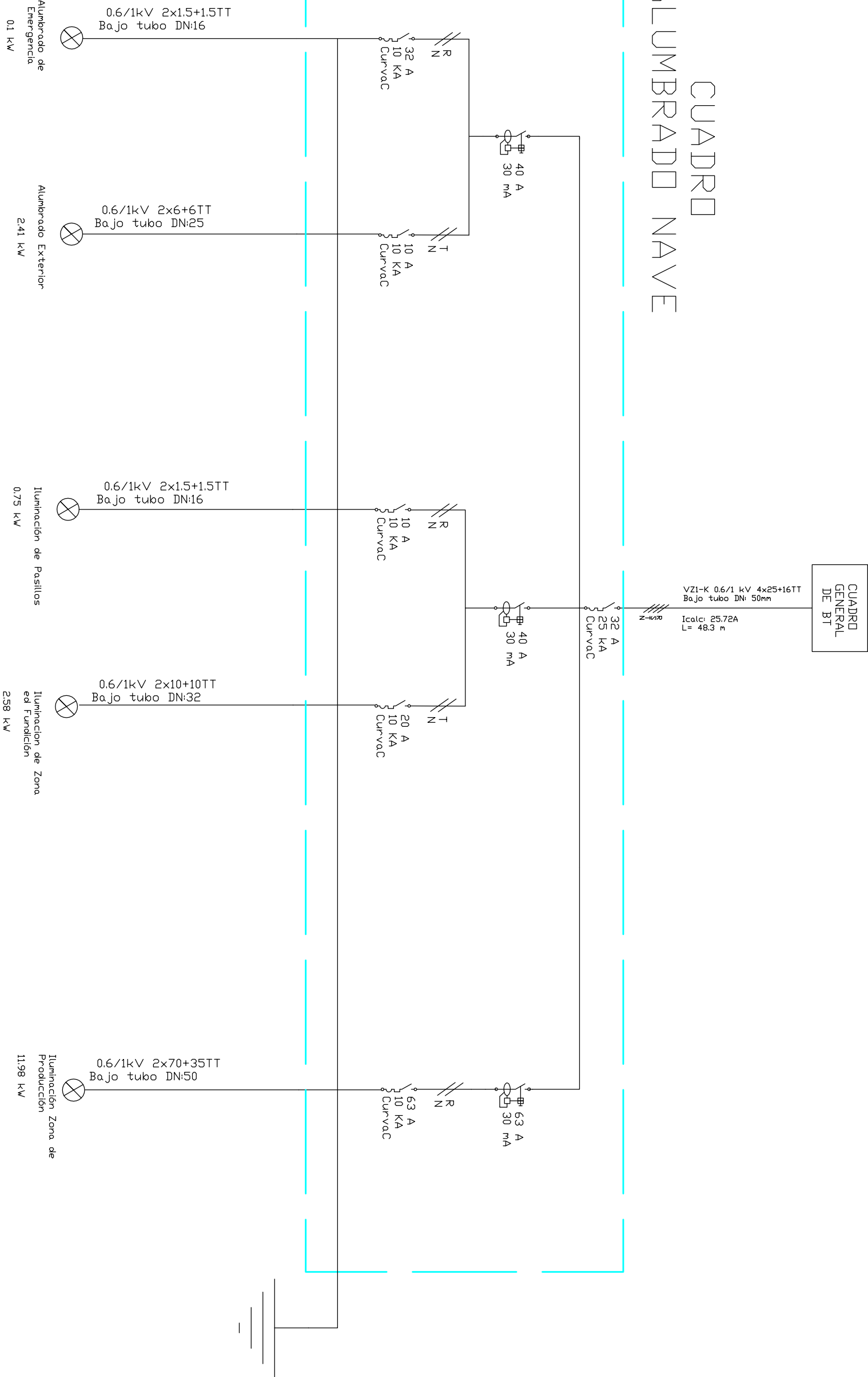
Inom.
PDC

Interruptor
automática
magneto térmico

Nº Polos

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
		PROYECTO: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE MECANIZADO		REALIZADO: DUCUN BERRIO, IBON	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL		FIRMA:		FECHA: 08/2012	
		ESCALA: S/E		Nº PLANOS: 12	

CUADRO
ALUMBRADO NAVE




Calibre Sensibilidad Nº polos

Interruptor diferencial

Inom. PDC Curva

Interruptor automática magnetotérmico

Alumbrado

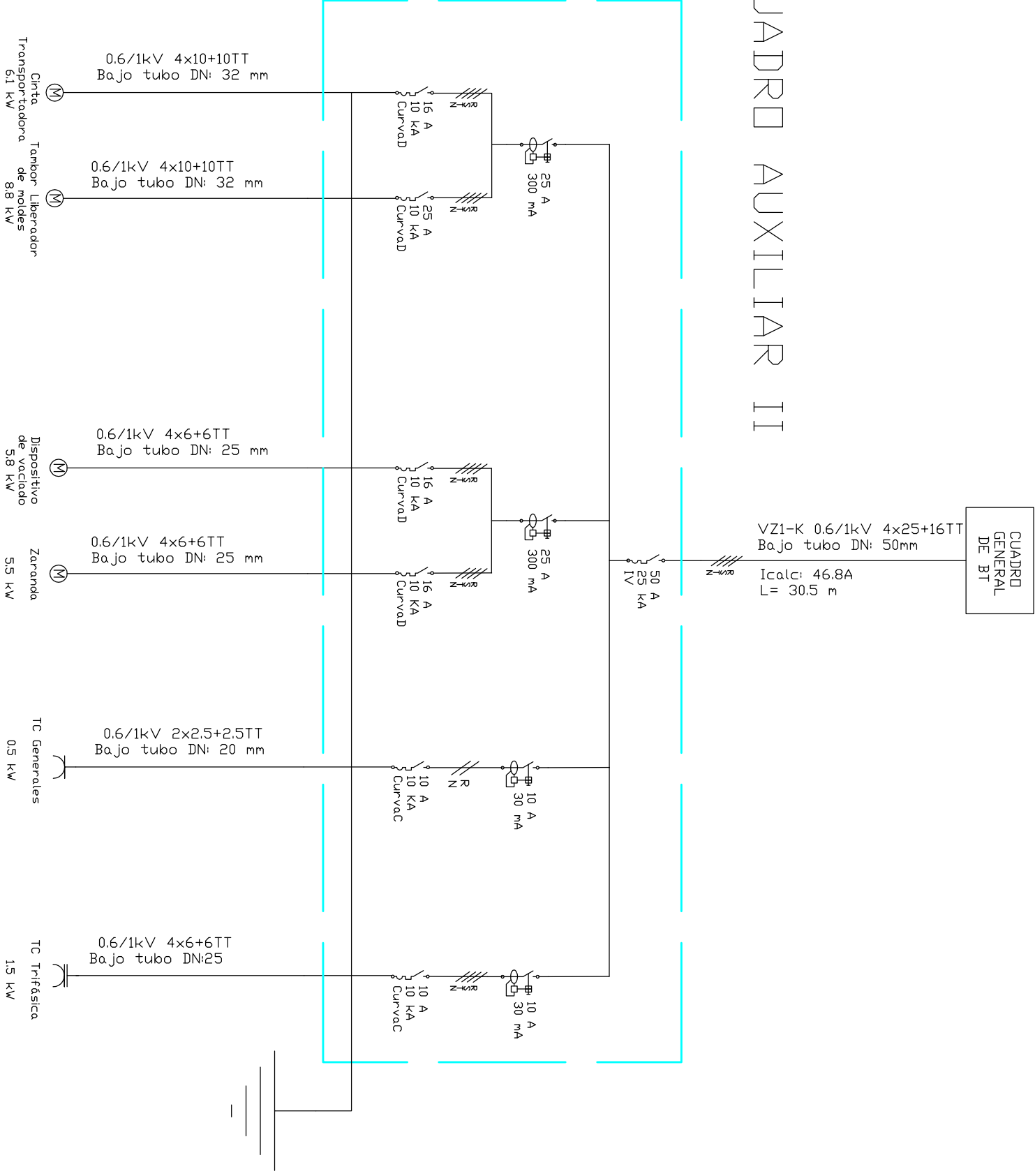
<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>Ducun Berrio, Ibon</div>			
<div>PLANO:</div> <div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ALUMBRADO NAVE</div>		<div>FIRMA:</div>		<div>FECHA:</div> <div>08/2012</div>	<div>ESCALA:</div> <div>S/E</div>
				<div>Nº PLANO:</div> <div>13</div>	



up **na**
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa
Todos los derechos reservados
Egutegi guztiak erreserbatu dira

up **na**
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa
Todos los derechos reservados
Egutegi guztiak erreserbatu dira

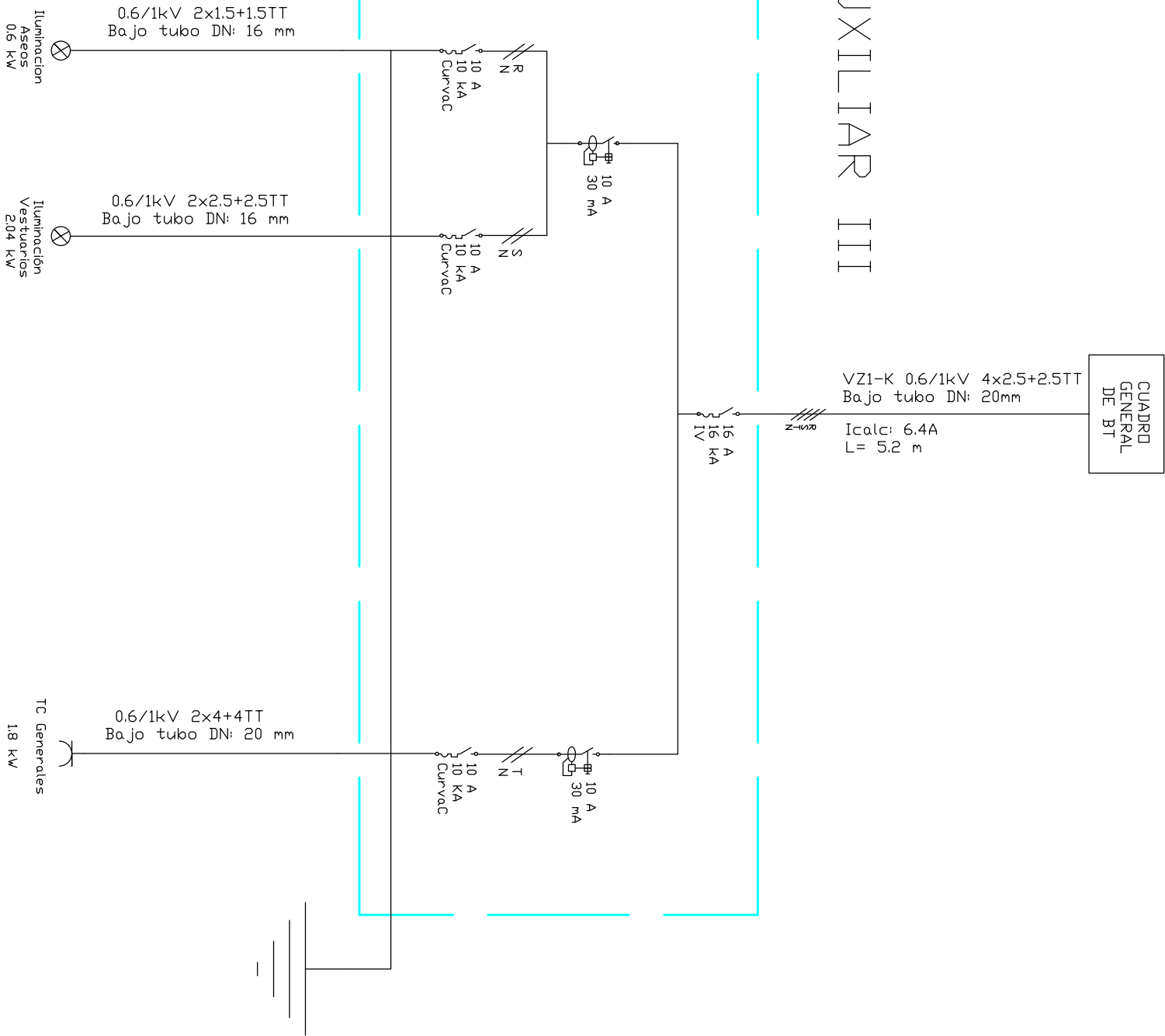
CUADRO AUXILIAR II



	Calibre Sensibilidad Nº polos	Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva	Interruptor automática magnetotérmico
	Máquinas	TC 16A 2P+T
	TC 32A 4P+T	

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		REALIZADO:		Ducun Berrio, Ibon	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:			
PLANO:		FECHA:		ESCALA:	
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR II		08/2012		S/E	
				Nº PLANO	
				15	

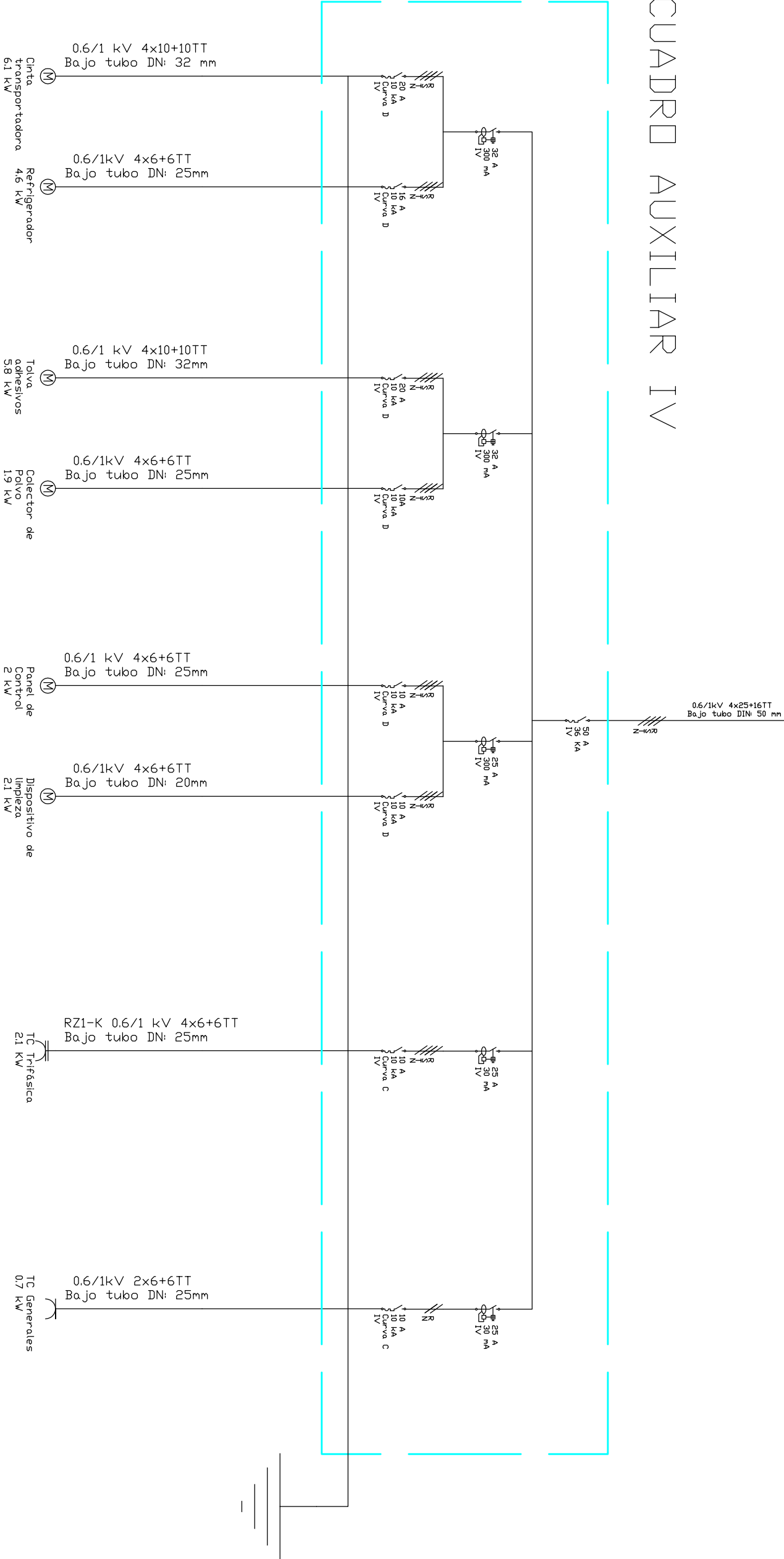
CUADRO AUXILIAR III




	Calibre Sensibilidad N° polos		Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva		Interruptor automática magneto térmico
	Alumbrado		TC 16A 2P+T


<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div><div>PROYECTO:</div><div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div></div>		<div><div>REALIZADO:</div><div>Ducun Berrío, Ibon</div></div>		<div><div>FIRMA:</div></div>	
<div><div>PLANO:</div><div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR III</div></div>		<div><div>FECHA:</div><div>08/2012</div></div>	<div><div>ESCALA:</div><div>S/E</div></div>	<div><div>Nº PLANO:</div><div>16</div></div>	

CUADRO DE BT DEL CT







Calibre N° polos




Interruptor diferencial




Inom. PDC Curva




Interruptor automático magneto térmico




Máquinas

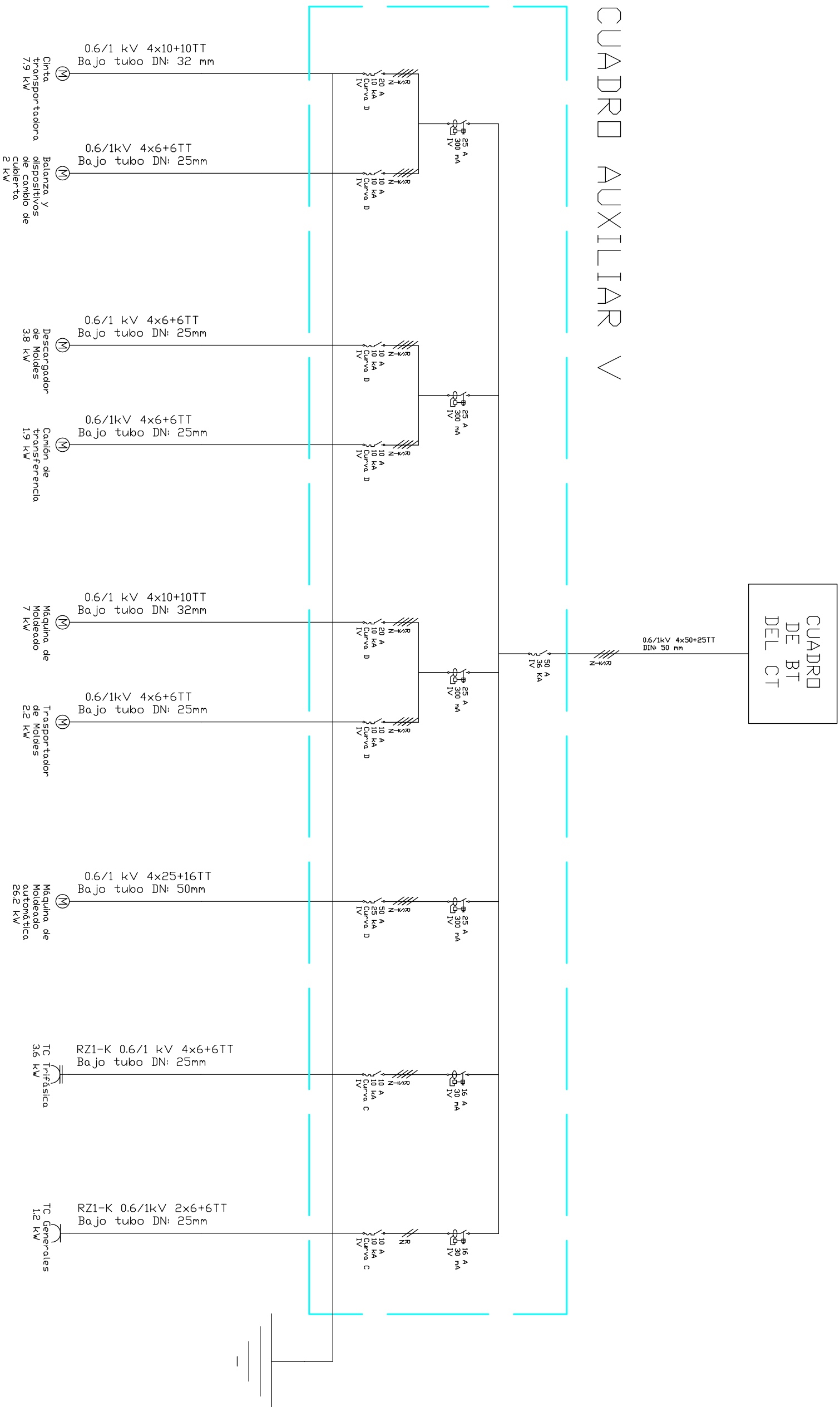


TC 32A 4P+T



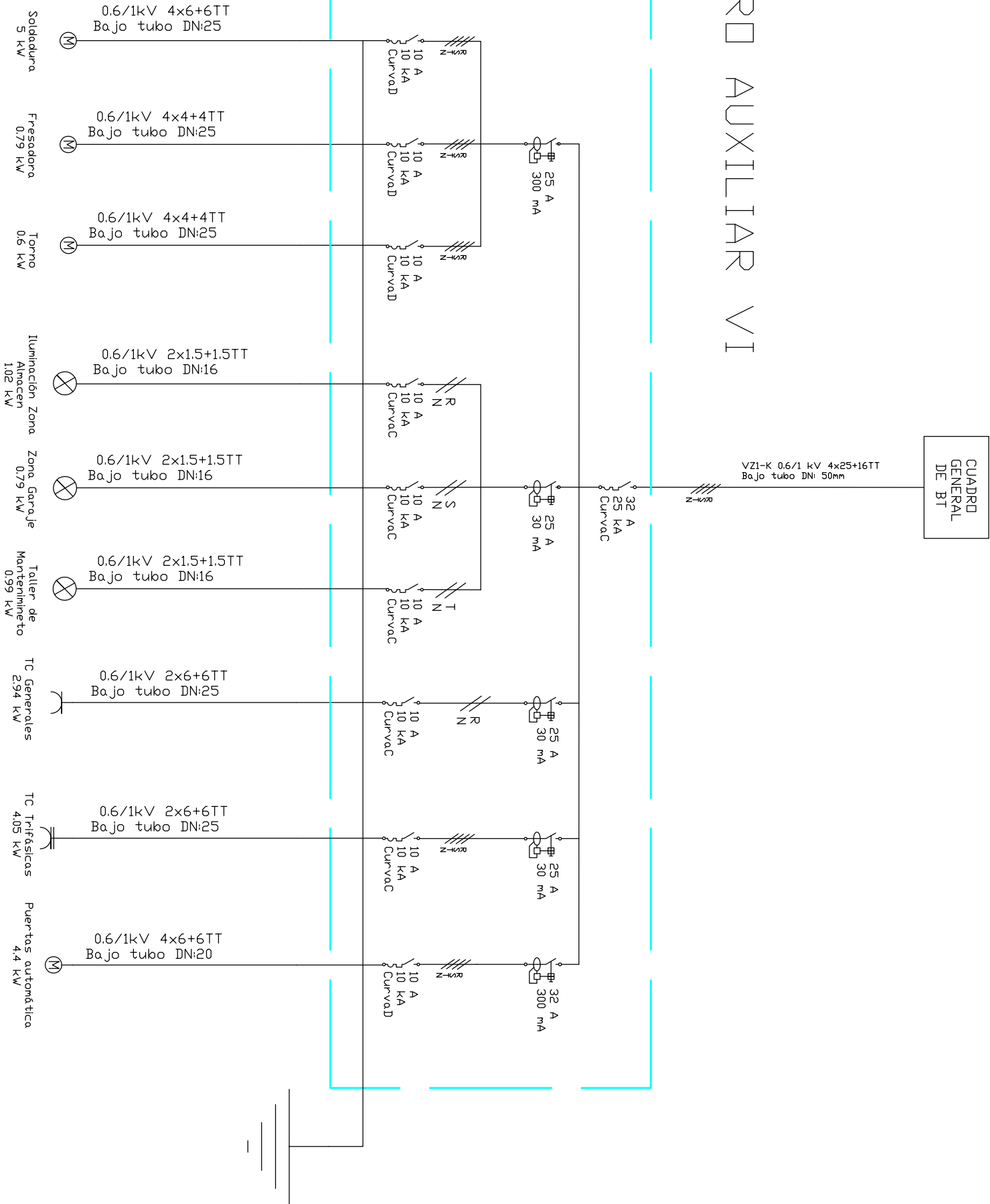
TC 16A 2P+T

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
PROYECTO:		<div>REALIZADO: Ducun Berrio, Ibon</div>			
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		<div>FIRMA:</div>			
PLANO:		<div>FECHA: 08/2012</div>		<div>ESCALA: S/E</div>	<div>Nº PLANO: 17</div>



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako <i>Unibertsitate Publikoa</i>	
	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR V	FECHA: 08/2012	ESCALA: S/E
FIRMA:	REALIZADO: Ducun Berrio, Ibon	

CUADRO AUXILIAR VI

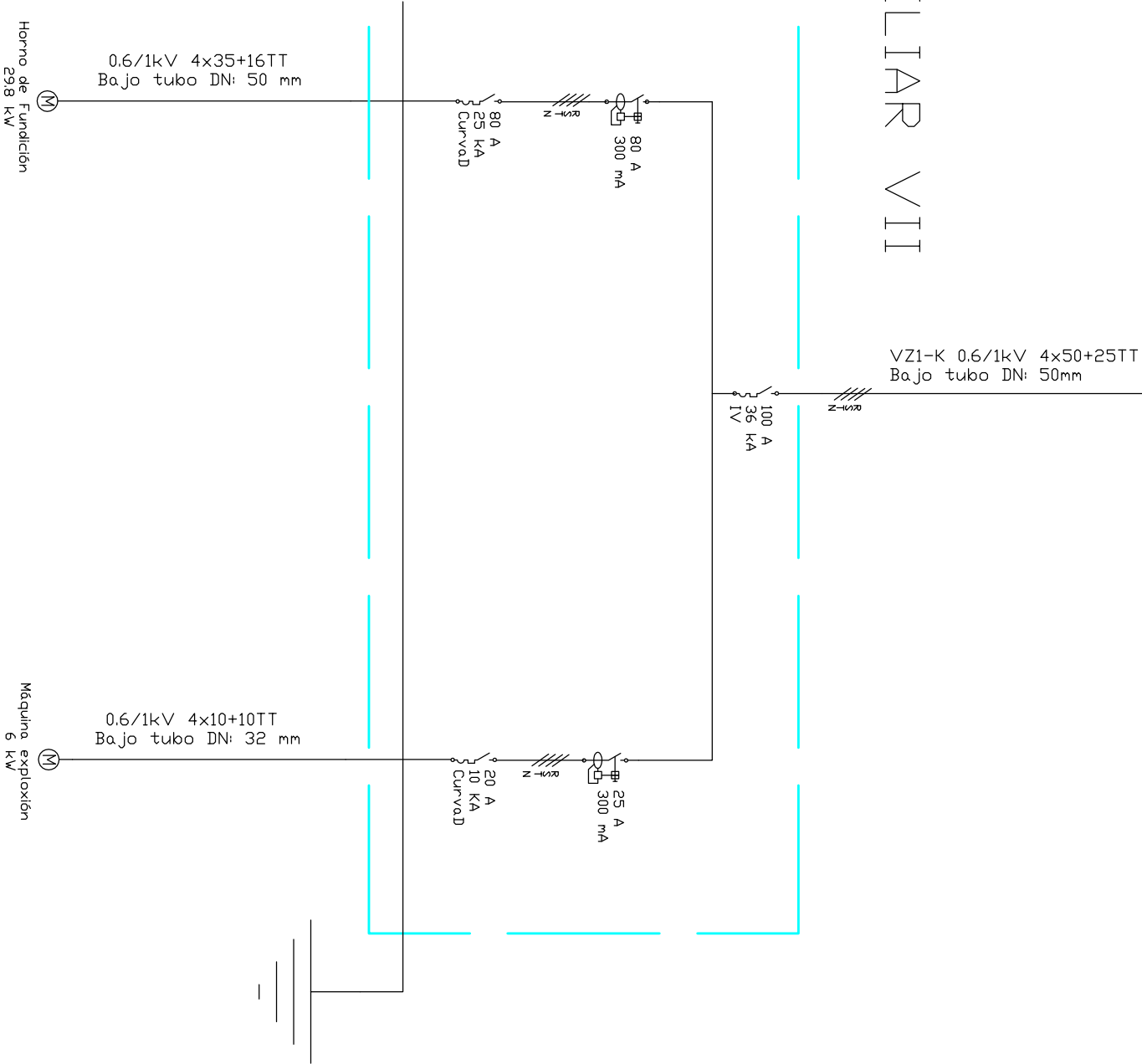


	Calibre Sensibilidad Nº polos		Interruptor diferencial
	Inom, PDC Curva		Interruptor automático magneto térmico
	Alumbrado		TC 16A 2P+T
	Máquinas		TC 32A 4P+T

		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ING. RURAL	
Universidad Pública de Navarra		INGENIERO Nafarroako Unibertsitate Publikoa		REALIZADO: Ducun Berrio, Ibon	
PROYECTO:		INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:	
PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR VI		FECHA: 08/2012	
				ESCALA: S/E	
				Nº PLANO: 19	

CUADRO
GENERAL
DE BT


CUADRO AUXILIAR VII



Calibre
Sensibilidad
Nº polos

Inom.
PDC
Curva

Máquinas

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: Ducun Berrio, Ibon
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR VII		FIRMA:
	FECHA: 08/2012	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 20



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012

INDICE

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1	CONDICIONES FACULTATIVAS	3
4.1.1	Técnico director de obra	3
4.1.2	Constructor o instalador	3
4.1.3	Verificación de los documentos del proyecto	4
4.1.4	Plan de seguridad y salud en el trabajo	4
4.1.5	Presencia del constructor o instalador en la obra	5
4.1.6	Trabajos no estipulados expresamente	5
4.1.7	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	6
4.1.8	Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa	6
4.1.9	Faltas de personal	7
4.1.10	Caminos y accesos	7
4.1.11	Replanteo	7
4.1.12	Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos	8
4.1.13	Orden de los trabajos	8
4.1.14	Facilidades para otros contratistas	8
4.1.15	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	8
4.1.16	Prórroga por causa de fuerza mayor	9
4.1.17	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	9
4.1.18	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	9
4.1.19	Obras ocultas	9
4.1.20	Trabajos defectuosos	10
4.1.21	Vicios ocultos	10
4.1.22	De los materiales y los aparatos. su procedencia	11
4.1.23	Materiales no utilizables	11
4.1.24	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	11
4.1.25	Limpieza de las obras	12
4.1.26	Documentación final de la obra	12
4.1.27	Plazo de garantía	12
4.1.28	Conservación de las obras recibidas provisionalmente	12
4.1.29	De la recepción definitiva	13
4.1.30	Prórroga del plazo de garantía	13
4.1.31	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	13
4.2	CONDICIONES ECONÓMICAS	14
4.2.1	Composición de los precios unitarios	14
4.2.2	Precio de contrata. importe de contrata	15
4.2.3	Precios contradictorios	15
4.2.4	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	15
4.2.5	De la revisión de los precios contratados	16
4.2.6	Acopio de materiales	16
4.2.7	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores	16
4.2.8	Relaciones valoradas y certificaciones	17
4.2.9	Mejoras de obras libremente ejecutadas	18
4.2.10	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	18
4.2.11	Pagos	19
4.2.12	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	19
4.2.13	Demora de los pagos	19
4.2.14	Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios	20
4.2.15	Unidades de obra defectuosas pero aceptables	20
4.2.16	Seguro de las obras	20
4.2.17	Conservación de la obra	21
4.2.18	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario	22



4.3 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	23
4.3.1 Condiciones generales	23
4.3.2 Canalizaciones eléctricas	23
4.3.2.1 Instalaciones en bandeja	23
4.3.2.2 Instalaciones bajo tubo	24
4.3.2.3 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas	27
4.3.2.4 Accesibilidad a las instalaciones	28
4.3.3 Conductores	28
4.3.3.1 Materiales	28
4.3.3.2 Dimensionado	29
4.3.3.3 Identificación de las instalaciones	30
4.3.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	31
4.3.4 Cajas de empalme	31
4.3.5 Mecanismos y tomas de corriente	32
4.3.6 Aparata de mando y protección	32
4.3.6.1 Cuadros eléctricos	32
4.3.6.2 Interruptores automáticos	34
4.3.6.3 Guardamotores	35
4.3.6.4 Fusibles	36
4.3.6.5 Interruptores diferenciales	36
4.3.6.6 Seccionadores	37
4.3.6.7 Embarrados	37
4.3.6.8 Prensaestopas y etiquetas	38
4.3.7 Receptores de alumbrado	38
4.3.8 Receptores a motor	40
4.3.9 Puestas a tierra	44
4.3.10 Inspecciones y pruebas en fabrica	45
4.3.11 Control	46
4.3.12 Seguridad	47
4.3.13 Limpieza	48
4.3.14 Mantenimiento	48
4.3.15 Criterios de medición	48
4.4 CONDICIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	50
4.4.1 Calidad de los materiales	50
4.4.1.1 Obra civil	50
4.4.1.2 Aparata de Media Tensión	50
4.4.1.3 Transformadores de potencia	51
4.4.1.4 Equipos de medida	51
4.4.2 Normas de ejecución de las instalaciones	52
4.4.3 Pruebas reglamentarias	53
4.4.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	53
4.4.5 Certificados y documentación	54
4.4.6 Libro de órdenes	54

4.1 CONDICIONES FACULTATIVAS

4.1.1 TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos (con su correspondiente ampliación de honorarios) o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4.1.2 CONSTRUCTOR O INSTALADOR

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.1.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4.1.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

4.1.5 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.1.6 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.



El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones. Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

4.1.7 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.1.8 RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá



limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

4.1.9 FALTAS DE PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

4.1.10 CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

4.1.11 REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

4.1.12 COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.1.13 ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

4.1.14 FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

4.1.15 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR



Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

4.1.16 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

4.1.17 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

4.1.18 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

4.1.19 OBRAS OCULTAS



De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.1.20 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

4.1.21 VICIOS OCULTOS



Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

4.1.22 DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

4.1.23 MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

4.1.24 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.



Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

4.1.25 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

4.1.26 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

4.1.27 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza. El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

4.1.28 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que

puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

4.1.29 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

4.1.30 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

4.1.31 DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

4.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.2.1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidadde obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos esto gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece como un porcentaje sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

4.2.2 PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 12% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

4.2.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.2.4 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS



Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

4.2.5 DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

4.2.6 ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.2.7 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra



iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

4.2.8 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el



segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

4.2.9 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

4.2.10 ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

4.2.11 PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

4.2.12 IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

4.2.13 DEMORA DE LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

4.2.14 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

4.2.15 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

4.2.16 SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada

momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

4.2.17 CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.



Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

4.2.18 USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

4.3 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

4.3.1 CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.3.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos, rígidos o flexibles, o sobre bandejas o canales, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

4.3.2.1 INSTALACIONES EN BANDEJA



Las bandejas se dimensionarán de tal manera que la distancia entre cables sea igual o superior al diámetro del cable más grande. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.3.2.2 INSTALACIONES BAJO TUBO

Los tubos usados en la instalación podrán ser de los siguientes tipos:

- De acero roscado galvanizado, resistente a golpes, rozaduras, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, provistos de rosca Pg según DIN 40430. Serán adecuados para su doblado en frío por medio de una herramienta dobladora de tubos. Ambos extremos de tubo serán roscados, y cada tramo de conducto irá provisto de su manguito. El interior de los conductos será liso, uniforme y exento de rebabas. Se utilizarán, como mínimo, en las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, como aparcamientos, salas de máquinas, etc y en instalaciones en montaje superficial con riesgo de graves daños mecánicos por impacto con objetos o utensilios.
- De policloruro de vinilo rígido roscado que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse, del tipo no propagador de la llama, con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. Este tipo de tubo se utilizará en



instalaciones vistas u ocultas, sin riesgo de graves daños mecánicos debidos a impactos.

- De policloruro de vinilo flexible, estanco, estable hasta la temperatura de 60 °C, no propagador de las llamas y con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. A utilizar en conducciones empotradas o en falsos techos.

Para la colocación de las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones MIE BT 017, MIE BT 018 y MIE BT 019.

El dimensionado de los tubos protectores se hará de acuerdo a la MIE BT 019, tabla I, tabla II, tabla III, tabla IV y tabla V. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores. Como norma general, un tubo protector sólo contendrá conductores de un mismo y único circuito, no obstante, podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si todos los conductores están aislados para la máxima tensión de servicio, todos los circuitos parten del mismo interruptor general de mando y protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente, y cada circuito está protegido por separado contra las sobreintensidades.

Se evitarán siempre que sea posible los codos e inflexiones. No obstante, cuando sean necesarios se efectuarán por medio de herramienta dobladora de tubos a mano o con máquina dobladora. La suma de todas las curvas en un mismo tramo de conducto no excederá de 270°. Si un tramo de conducto precisase la implantación de codos cuya suma total exceda de 270°, se instalarán cajas de paso o tiro en el mismo. Todos los cortes serán escuadrados al objeto de que el conducto pueda adosarse firmemente a todos los accesorios. No se permitirán hilos de rosca al descubierto.

Para la ejecución de la instalación, bajo tubo protector, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.



- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 15 m.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.
- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes. Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de cajas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra, quedando enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo.



- Es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, de suelo o techos, y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 m para tubos rígidos y de 0,60 m para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo a las siguientes prescripciones:
- En toda la longitud de los pasos no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores, y estarán suficientemente protegidos contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.
- Si la longitud de paso excede de 20 cm se dispondrán tubos blindados.
- Para la colocación de tubos protectores se tendrán en cuenta, además, las tablas VI, VII y VIII de la Instrucción MIE BT 019.

4.3.2.3 NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.



En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia mínima de 150 mm o por medio de pantallas calorífugas.

Como norma general, las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras que puedan dar lugar a condensaciones.

4.3.2.4 ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el aplastamiento de suciedad, yeso u hojarasca en el interior de los conductos, tubos, accesorios y cajas durante la instalación.

Los tramos de conductos que hayan quedado taponados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de dichas acumulaciones, o se sustituirán conductos que hayan sido aplastados o deformados.

4.3.3 CONDUCTORES

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

4.3.3.1 MATERIALES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.

- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 20.031 y MIE BT 017.
- De 1000 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.029, MIE BT 004 y MIE BT 007.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

4.3.3.2 DIMENSIONADO

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión MIE BT 004, MIE BT 007 y MIE BT 017 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores



según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones MIE BT 032 para receptores de alumbrado y MIE BT 034 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción MIE BT 003, apartado 7 y MIE BT 005, apartado 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla V de la Instrucción MIE BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.3.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Como norma general, todos los conductores de fase o polares se identificarán por un color negro, marrón o gris, el conductor neutro por un color azul claro y los conductores de protección por un color amarillo-verde.

4.3.3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

La rigidez dieléctrica ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1.000$ voltios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

4.3.4 CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de



apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.3.5 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

4.3.6 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

4.3.6.1 CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la norma UNE-EN



60.439.1 y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) así mismo dispondrán del marcado CE de las directivas europeas BT y CEM.

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según MIE BT 021.

En los circuitos de fuerza o alumbrado que sean III + N + TT se instalará un cable de neutro para cada una de las fases desde el cuadro eléctrico hasta el receptor final. De esta forma se evitarán sobretensiones en los receptores debido a un corte accidental del neutro.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos. Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

4.3.6.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecorrientes de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.



La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.3.6.3 GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.



La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

4.3.6.4 FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.3.6.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas (en tensión) de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible

un contacto fortuito con las manos (2,50 m hacia arriba, 1,00 m lateralmente y 1,00 m hacia abajo).

- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas. Estos deben estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse.
- Recubrimiento de las partes activas por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

La protección contra contactos indirectos se asegurará adoptando el sistema de clase B "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto", consistente en poner a tierra todas las masas, mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra artificiales, y asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa (interruptor diferencial de sensibilidad adecuada, preferiblemente 30 mA). La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial "I" que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia de tierra de las masas R, debe cumplir la relación:

$R \leq 50 / I$, en locales secos.

$R \leq 24 / I$, en locales húmedos o mojados.

4.3.6.6 SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

4.3.6.7 EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos. En cualquier caso estará dimensionado por lo menos para la intensidad máxima que pueda circular por el interruptor de cabecera.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

4.3.6.8 PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.3.7 RECEPTORES DE ALUMBRADO



Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia deberán resistir la corriente prevista, y llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido diseñados.

Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra.

Los aparatos de alumbrado tipo fluorescencia se suministrarán completos con cebadores, reactancias, condensadores y lámparas.

Todos los aparatos deberán tener un acabado adecuado resistente a la corrosión en todas sus partes metálicas y serán completos con portalámparas y accesorios cableados. Los portalámparas para lámparas incandescentes serán de una pieza de porcelana, baquelita o material aislante. Cuando sea necesario el empleo de unidad montada el sistema mecánico del montaje será efectivo, no existirá posibilidad de que los componentes del conjunto se muevan cuando se enrosque o desenrosque una lámpara. Las reactancias para lámparas fluorescentes suministrarán un voltaje suficiente alto para producir el cebado y deberán limitar la corriente a través del tubo a un valor de seguridad predeterminado.

Las reactancias y otros dispositivos de los aparatos fluorescentes serán de construcción robusta, montados sólidamente y protegidos convenientemente contra la corrosión. Las reactancias y otros dispositivos serán desmontables sin necesidad de desmontar todo el aparato.

El cableado en el interior de los aparatos se efectuará esmeradamente y en forma que no se causen daños mecánicos a los cables. Se evitará el cableado excesivo. Los conductores se dispondrán de forma que no queden sometidos a temperaturas superiores a las designadas para los mismos. Las dimensiones de los conductores se basarán en el voltaje y potencia de la lámpara, pero en ningún caso será de dimensiones inferiores a 1 mm². El aislamiento será plástico o goma. No se emplearán soldaduras en la construcción de los aparatos, que estarán diseñados de forma que los materiales combustibles adyacentes no puedan quedar sometidos a temperaturas superiores a 90°. Los aparatos a pruebas de intemperie serán de construcción sólida, capaz de resistir sin deterioro la acción de la humedad e impedirán el paso de ésta en su interior.

4.3.8 RECEPTORES A MOTOR

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión y si alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de los demás. Los motores estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, siendo de tal naturaleza que cubran, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho establecimiento o perjudicar el motor.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kW estarán provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

De más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/690 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro

mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las

instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).

- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro. El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia de motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

4.3.9 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

El conjunto de puesta a tierra en la instalación estará formado por:

- a) Tomas de tierra. Estas a su vez estarán constituidas por:
 - o Electroodos artificiales, a base de "placas enterradas" de cobre con un espesor de 2 mm o de hierro galvanizado de 2,5 mm y una superficie útil de 0,5 m², "picas verticales" de barras de cobre o de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, o "conductores enterrados horizontalmente" de cobre desnudo de 35 mm² de sección o de acero galvanizado de 95 mm² de sección, enterrados a una profundidad de 50 cm. Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra "R" no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, estando su valor íntimamente relacionado con la sensibilidad "I" del interruptor diferencial:
 $R \leq 50 / I$, en locales secos.
 $R \leq 24 / I$, en locales húmedos o mojados.



- Línea de enlace con tierra, formada por un conductor de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección.
- Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.
- b) Línea principal de tierra, formada por un conductor lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánico, con una sección mínima de 16 mm².
- c) Derivaciones de la línea principal de tierra, que enlazan ésta con los cuadros de protección, ejecutadas de las mismas características que la línea principal de tierra.
- d) Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Dicha unión se realizará en las bornas dispuestas al efecto en los cuadros de protección. Estos conductores serán del mismo tipo que los conductores activos, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla V de la Instrucción MIE BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos. Tampoco se intercalarán seccionadores, fusibles o interruptores; únicamente se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos, una vez cada cinco años.

Caso de temer sobretensiones de origen atmosférico, la instalación deberá estar protegida mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas. La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada y su resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

4.3.10 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA



La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal, con un mínimo de 250.000 ohmios.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

4.3.11 CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya

especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo.

Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.3.12 SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de

- objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.3.13 LIMPIEZA

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.3.14 MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.3.15 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.



Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapaspas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

4.4 CONDICIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.4.1.1 OBRA CIVIL

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

4.4.1.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.



Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

4.4.1.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador instalado en este Centro de Transformación serán trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.4.1.4 EQUIPOS DE MEDIDA

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio: El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio: Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.
- Mantenimiento: Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.4.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y



homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

4.4.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

4.4.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de



interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

4.4.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.4.6 LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Pamplona, Agosto de 2012

El Ingeniero Técnico Industrial
Ibón Ducun Berrio



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012

INDICE

5. PRESUPUESTO

6.1	NAVE INDUSTRIAL	2
6.1.1	CAPÍTULO I: ACOMEDIDA	2
6.1.2	CAPITULO II: C.D.G	2
6.1.3	CAPITULO III: BATERIA DE CONDENSADORES	3
6.1.4	CAPITULO IV: LINEAS GENERALES	3
6.1.5	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 1	4
6.1.6	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 2	5
6.1.7	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 3	5
6.1.8	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 4	6
6.1.9	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 5	6
6.1.10	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 6	7
6.1.11	CAPITULO V: CUADRO AUXILIAR 7	8
6.1.12	CAPITULO V: CUADRO Alumbrado	8
6.1.13	CAPITULO VI: cableado	9
6.1.14	CAPITULO VII: tubos de pvc y canalizaciones	10
6.1.15	CAPITULO VIII: PUESTA A TIERRA	10
6.1.16	CAPITULO IX: EQUIPOS DE ALUMBRADO	11
6.2	TRANSFORMADOR	13
6.2.1	CAPITULO X : OBRA CIVIL	13
6.2.2	CAPITULO XI : PROTECCIÓN EN M.T	13
6.2.3	CAPITULO XII: PROTECCIÓN EN B.T	15
6.2.4	CAPITULO XIII: TRANSFORMADOR DE POTENCIA	15
6.2.5	CAPITULO XIV: PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR	15
6.2.6	CAPITULO XV: HERRAJES VARIOS	16
6.3	PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN	17

6.1 NAVE INDUSTRIAL

6.1.1 CAPÍTULO I: ACOMEDIDA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1	Arqueta 60x60 cm en calzada tipo iberdrola	1	736,16	736,16
1.2	Canalización en calzada 2T 160mm	12	42,00	504
1.3	M.L. Cable RZ1-K 0,6/1 KV de 4x1x185 Cu	48	45.71	145
1.4	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22.5	112.5
			Subtotal	1497.66

6.1.2 CAPITULO II: C.D.G

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
2.1	Cuadro distribución principal con armario metálico de chapa de Melin Gerin	1	395.40	395.40
2.2	Interruptor automático en caja Moldeada 4P/400-36 KA Gama PRISMA PLUS de Merlin Gerin	1	1619.20	1619.20
2.3	Interruptor diferencial, clase AC, 50A 4P/300mA Merlin Gerin	1	422.6	361.06
2.4	Interruptor diferencial, clase AC, 80A 4P/300mA Merlin Gerin	1	650.60	650.60
2.5	Interruptor diferencial, clase AC, 100 4P/300mA Merlin Gerin	1	655.09	655.09
2.6	Interruptor diferencial, clase AC, 32A 4P/300mA Merlin Gerin.	1	316.36	316.36
2.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 32A	3	212.6	637.8
2.8	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 50A	2	230.6	461.2

2.9	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 10A	1	95.59	95.59
2.10	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin,25 KA, 4 P, 80 A.	1	280.6	280.6
2.11	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin,36 KA, 4 P, 100 A.	1	295.2	295.2
2.12	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150.00
			Subtotal	5618.1

6.1.3 CAPITULO III: BATERIA DE CONDENSADORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.1	Suministro y montaje de batería automática de condensadores modelo RECTIMAT, 87.5 KVAR Clase H 400 V en polipropileno metalizado, con dimensiones 800x650x300 mm, con embarrado, fusible y contadores. Peso 40 kg.	1	1953	1953
3.2	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	2	22.5	45
			Subtotal	1998

6.1.4 CAPITULO IV: LINEAS GENERALES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
4-1	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar I 4*25+16T 0,6/1 KV	29.9	30.47	911.05
4.2	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar II 4*25+16T 0,6/1 KV	46.8	30.47	1425.9
4.3	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar III 4*10+10T 0,6/1 KV	5.2	20.6	107.12
4.4	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar IV 4*25+16T 0,6/1 KV	79.28	25.10	1989.93

4.5	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar IV 4*50+25T 0,6/1 KV	91.3	49.60	4528.48
4.6	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar VI 4*25+16T 0,6/1 KV	59	30.47	1797.73
4.7	Línea de Cuadro General a cuadro Auxiliar VII 4*50+25T 0,6/1 KV	30.2	49.60	1497.92
4.8	Línea de Cuadro General a cuadro Alumbrado 4*25+16T 0,6/1 KV	48.3	30.47	1471.7
4.9	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	13879.75

6.1.5 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 1

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.1.1	Envolverte RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.1.2	Interruptor diferencial, clase AC, 32 A 2P/30mA Merlin Gerin	1	164.2	164.2
5.1.3	Interruptor diferencial, clase AC, 25 A 2P/30mA Merlin Gerin	1	154.1	154.1
5.1.4	Interruptor diferencial, clase AC, 32 4P/300mA Merlin Gerin	1	236.6	236.6
5.1.5	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA , 4 P, 10 A.	1	95.59	95.59
5.1.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA , 2 P, 10 A.	6	30.6	193.6
5.1.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA , 4 P, 32 A.	1	212.6	212.6
5.1.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	1337.89

6.1.6 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 2

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.2.1	Envolvente RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.2.2	Interruptor diferencial, clase AC, 25A 4P/300mA Merlin Gerin	2	266.2	532.4
5.2.3	Interruptor diferencial, clase AC, 10A 2P/30mA Merlin Gerin	2	60.5	121
5.2.4	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2P, 10A	2	30.6	61.2
5.2.5	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 16A	3	96.7	290.1
5.2.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 25A	2	105.2	210.4
5.2.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA , 4 P, 50 A.	1	230.6	230.6
5.2.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	1726.97

6.1.7 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 3

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.3.1	Envolvente RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.3.2	Interruptor diferencial, clase AC, 10A 2P/30mA Merlin Gerin	2	60.5	121
5.3.3	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2 P, 10A	3	30.6	91.8
5.3.4	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 16 KA, 4 P, 16A	1	168.3	168.3
5.3.5	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	662.3

6.1.8 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 4

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.4.1	Envolverte RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.4.2	Interruptor diferencial, clase AC, 32A 4P/300mA Merlin Gerin	1	236.6	236.6
5.4.3	Interruptor diferencial, clase AC, 25A 4P/300mA Merlin Gerin	1	266.2	266.2
5.4.4	Interruptor diferencial, clase AC, 25 2P/30mA Merlin Gerin	1	154.1	154.1
5.4.5	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 20A	2	98.8	197.6
5.4.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 16A	1	96.7	140.59
5.4.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 10A	4	95.59	382.36
5.4.8	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA , 2 P, 10 A.	1	30.6	30.6
5.4.9	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 36 KA, 4 P, 50A	1	260.5	260.5
5.4.10	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	1949.75

6.1.9 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 5

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.5.1	Envolverte RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.5.2	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 36 KA, 4 P, 50A	1	260.5	260.5
5.5.3	Interruptor diferencial, clase AC, 25 4P/300mA Merlin Gerin	4	266.2	1064.8
5.5.4	Interruptor diferencial, clase AC, 16 2P/30mA Merlin Gerin	3	80.6	241.8

5.5.5	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 10A	5	95.59	477.95
5.5.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2P, 10A	1	30.6	30.6
5.5.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 20A	2	98.8	197.6
5.5.8	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 50A	1	230.6	230.6
5.5.9	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	2785

6.1.10 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 6

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.6.1	Envolvente RITTAL AE-1057.500 de 1000x1200x300 mm	1	131,27	131,27
5.6.2	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 32A	1	212.6	212.6
5.6.3	Interruptor diferencial, clase AC, 25 4P/300mA Merlin Gerin	1	266.2	266.2
5.6.4	Interruptor diferencial, clase AC, 25 2P/30mA Merlin Gerin	3	154.1	462.3
5.6.5	Interruptor diferencial, clase AC, 32 4P/300mA Merlin Gerin	1	236.6	236.6
5.6.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 10A	5	95.59	477.95
5.6.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2 P, 10A	4	30.6	122.4
5.6.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	2059.25

6.1.11 CAPITULO V: CUADROS AUXILIAR 7

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.7.1	Envolverte RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.7.2	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 80A	1	280.6	280.6
5.7.3	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 36 KA, 4 P, 100A	1	295.2	295.2
5.7.4	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 4 P, 20A	1	98.8	98.8
5.7.5	Interruptor diferencial, clase AC, 80 4P/300mA Merlin Gerin	1	650.6	650.6
5.7.6	Interruptor diferencial, clase AC, 25 4P/300mA Merlin Gerin	1	266.2	266.2
5.7.7	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	1872.6

6.1.12 CAPITULO V: CUADROS ALUMBRADO

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.8.1	Envolverte RITTAL AE-1057.500 de 500x700x250 mm	1	131,27	131,27
5.8.2	Interruptor diferencial, clase AC, 40 A 2P/30mA Merlin Gerin	2	312.2	312.2
5.8.3	Interruptor diferencial, clase AC, 63 A 2P/30mA Merlin Gerin	1	420.2	250.3
5.8.4	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 25 KA, 4 P, 32A	1	212	212
5.8.5	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2 P, 10A	2	30.6	60.6
5.8.6	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2 P, 50A	2	55.3	110.6

5.8.7	Interruptor magnetotérmico Merlin Gerin, 10 KA, 2 P, 63A	1	60.5	60.5
5.8.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150
			Subtotal	1287.1

TOTAL CAPITULO V: 13680.86 €

6.1.13 CAPITULO VI: CABLEADO

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
6.1	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*50/50+25T	121	49.60	6001.6
6.2	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*16+16T	34	25.10	853.4
6.3	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*25+16T	186.7	30.47	5667.42
6.4	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*10+10T	85	16.54	1405.9
6.5	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*6+6T	296	12.3	3640.8
6.6	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*4+4T	47	9.10	427.7
6.7	Cable de Cu 0.6/1 KV 4*35+16T	38.8	39.5	1532.6
6.8	Cable de Cu 0.6/1 KV 2*70+35T	23.3	65.3	1521.49
6.9	Cable de Cu 0.6/1 KV 2*1.5+1.5T	249	7.80	1942.2
6.10	Cable de Cu 0.6/1 KV 2*2.5+2.5T	55	10.33	568.15
6.11	Cable de Cu 0.6/1 KV 2*6+6T	170	11.3	1921
			Subtotal	25478.42

6.1.14 CAPITULO VII: TUBOS DE PVC Y CANALIZACIONES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
7.1	Canalización en PVC d =16 mm	231.08	1.8	415.94
7.2	Canalización en PVC d =20 mm	297.93	2.1	625.65
7.3	Canalización en PVC d =25 mm	223.4	3.30	737.22
7.4	Canalización en PVC d =32 mm	237.49	4.20	997.46
7.5	Canalización en PVC d =50 mm	222.9	5.10	1136.79
7.6	Canalización en Bandeja Perforada de Hierro Galvanizado(350mm*100mm)	189.2	41.10	7776.12
			Subtotal	11689.18

6.1.15 CAPITULO VIII: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
8.1	Pica de tierra de acero cobreado de 2 m de longitud y 14.6 mm de diámetro	4	18.45	73.8
8.2	Arqueta de hierro fundido para pica	4	64.08	256.32
8.3	Seccionador en caja de PVC	1	38.20	38.20
8.4	Metros de cable de cobre desnudo de 1x50mm ²	473.67	3.80	1800
8.5	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	-	-	200
			Subtotal	2368.32

6.1.16 CAPITULO IX: EQUIPOS DE ALUMBRADO

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
9.1	Philips HPK SPK110 1xSON-PP400W CON WB GC P1	34	566	19244
9.2	Philips TBS326 4xTL-D18W/830 HF C5	14	615	8610
9.3	Philips IMPALA TBS160 4xTL-D18W/830 CON M1	9	115	1035
9.4	Philips TMX204 2xTL-D36W/830 CON +GMX450 RP +GGX450 M2	12	566	6792
9.5	TMX400 1xTL-D58W/830 CON +GMX450 +GGX450 C6	16	65	1040
9.7	Philips Indolight TBS315 H1L 2xTL5-24W/830 HF D6-H	27	712	19224
9.12	Lamparas High-bay HPK SPK110 1xHPI-P400W-BU SGR/740 WB P1	5	386.25	1931.25
9.10	Luminaria de Emregencia S-300 PL S-9 Normalux	53	44.26	2345.78
			Subtotal	60221.98

Resumen del presupuesto de la nave industrial:

CAPITULO I	1497.66	€
CAPITULO II	5618.1	€
CAPITULO III	1998	€
CAPITULO IV	13879.75	€
CAPITULO V	13680.86	€
CAPITULO VI	25478.42	€
CAPITULO VII	11689.18	€
CAPITULO VIII	2368.32	€
CAPITULO VIX	60221.98	€
TOTAL PRESUPUESTO DE LA N.I.	136431.46	€

6.2 TRANSFORMADOR

6.2.1 CAPITULO X : OBRA CIVIL

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
9.1	Edificio de Transformación: PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	1	8400	8400
			Subtotal	8400

6.2.2 CAPITULO XI : PROTECCIÓN EN M.T

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
10.1	Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • $U_n = 24 \text{ kV}$ • $I_n = 400 \text{ A}$ • $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$ • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1	2.675,00	2.675,00
10.2	Protección General: CGMCOSMOS-P Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • $U_n = 24 \text{ kV}$ • $I_n = 400 \text{ A}$ 	1	5.200,00	5.200,00

	<ul style="list-style-type: none"> • $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$ • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm • • Mando (fusibles): manual tipo BR • Relé de protección: ekorRPT-201A <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
10.3	<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $U_n = 24 \text{ kV}$ • Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexón.</p>	1	6150.00	6150.00
10.4	<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>	1	950	950
			Subtotal	14975

6.2.3 CAPITULO XII: PROTECCIÓN EN B.T

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
11.1	CELDA DE LÍNEA	1	629	629
11.2	CELDA DE MEDIDA	1	900	900
11.3	CELDA DE PROTECCIÓN	1	2831	2831
			Subtotal	4360

6.2.4 CAPITULO XIII: TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
12.1	Transformador 1: <i>Transformador aceite 24 kV</i> Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1	8350	8350
			Subtotal	8350

6.2.5 CAPITULO XIV: PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
13.1	Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular	1	2025	2025
13.2	Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas	1	630	630
13.3	Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras	1	925	925
13.4	Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras	1	925	925
			Subtotal	4505

6.2.6 CAPITULO XV: HERRAJES VARIOS

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
14.1	Maniobra de Transformación: <i>Equipo de seguridad y maniobra</i>	1	450	450
14.2	Iluminación Edificio de Transformación: <i>Equipo de iluminación</i>	1	600	600
14.3	Defensa de Transformador 1: <i>Protección física transformador</i>	1	283	283
			Subtotal	1333

Resumen del presupuesto del C.T.:

CAPITULO X	8400	€
CAPITULO XI	14975	€
CAPITULO XII	4360	€
CAPITULO XIII	8350	€
CAPITULO XIV	4505	€
CAPITULO XV	1333	€
TOTAL PRESUPUESTO DEL C.T.	41923	€

6.3 PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

1. PRESUPUESTO DE LA N.I.	136431.46	€
2. PRESUPUESTO DEL C.T.	41923	€

<u>TOTAL PRESUPUESTO MATERIAL</u>	178354.46	€
--	------------------	----------

3. Gastos generales 5%	8917.723	€
4. Beneficio Íntegro 10%	17835.446	€
5. Presupuesto ejecución por contrata	10741.71	€
6. Honorarios por proyecto 4 %	7134.17	€
7. Honorarios por dirección de obra 4 %	7134.17	€

<u>TOTAL DE PRESUPUESTO SIN IVA</u>	230117.69	€
--	------------------	----------

8. IVA 18%	41421.18	€
-------------------	-----------------	----------

<u>TOTAL DEL PRESUPUESTO:</u>	271538.88	€
--------------------------------------	------------------	----------

El presupuesto total de la ejecución por contrata de la instalación asciende a la cantidad de: DOSCIENTO SETENTA Y UNO MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO CON OCHENTA Y OCHO EUROS.

Pamplona, Agosto de 2012

Ingeniero Técnico Eléctrico

Ibón Ducun Berrio



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

SEGURIDAD E HIGIENE

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012



INDICE

6. SEGURIDAD E HIGIENE

6.1	CONCEPTOS BÁSICOS	2
6.1.1	Seguridad e higiene	2
6.1.2	Enfermedad profesional y enfermedad derivada del trabajo	3
6.2	TIPOS DE FACTORES CONTAMINANTES	4
6.2.1	Agentes físicos	4
6.2.2	Agentes químicos	5
6.2.3	Agentes biológicos	6
6.3	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES	7
6.4	OBLIGACIONES DE LA EMPRESA Y LOS TRABAJADORES	8
6.4.1	Empresa	8
6.4.2	Trabajadores	8
6.5	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA	9
6.6	MEDIDAS GENERALES DE LA OBRA	9
6.6.1	Protección personal	9
6.6.2	Medios auxiliares y de seguridad	10
6.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	10
6.7.1	Riesgos más frecuentes	11
6.7.2	Normas de carácter general	12
6.7.3	Protecciones personales	13
6.7.4	Intervención en instalaciones eléctricas	14



6.1 CONCEPTOS BÁSICOS

6.1.1 SEGURIDAD E HIGIENE

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

La Higiene Industrial es una disciplina técnica no médica de prevención de enfermedades profesionales, basada en el control de los contaminantes que las producen.

Su carácter técnico es lo que la distingue de la Medicina del Trabajo. Mientras ésta última se dedica al control y vigilancia del estado de salud de los trabajadores y de las alteraciones producidas en éstos por las condiciones de su ambiente de trabajo, la Higiene Industrial evalúa y corrige estas condiciones ambientales.

La Higiene Industrial tiene una orientación claramente preventiva, tendente a eliminar o reducir los riesgos para la salud inherentes al trabajo, bien por las tareas a desempeñar o bien por el ambiente físico donde se ejecutan, sin esperar a que aparezcan los síntomas para actuar.

Podemos decir, por tanto, que la Higiene Industrial es el conjunto de conocimientos y técnicas destinadas a identificar, evaluar, prevenir y controlar aquellos factores ambientales procedentes del trabajo que pueden causar enfermedades o deteriorar la salud de los trabajadores.

Estas actuaciones se materializan de acuerdo a:

- *Identificación* de aquellos factores ambientales presentes en el lugar de trabajo que pueden influir en la salud de los trabajadores.
- *Evaluación* de los riesgos higiénicos derivados de los factores ambientales identificados, mediante medición y/o valoración de las condiciones ambientales existentes en el lugar de trabajo y su comparación con los estándares máximos permitidos en los requisitos legales aplicables u otros requisitos que se hayan establecido.



- Implantación de *medidas preventivas y de protección* más adecuadas a cada caso, con el fin de eliminar o, si esto no es posible, reducir los riesgos evaluados.
- Establecimiento de *controles periódicos* que permitan detectar cambios en las condiciones ambientales existentes en el lugar de trabajo.

6.1.2 ENFERMEDAD PROFESIONAL Y ENFERMEDAD DERIVADA DEL TRABAJO

Desde un punto de vista legal se denomina enfermedad profesional a “la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional”.

Actualmente se encuentra en vigor el cuadro de enfermedades profesionales recogido en el anexo 1 del Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

Este Real Decreto incluye además, en su anexo 2, una lista complementaria de enfermedades cuyo origen profesional se sospecha y cuya inclusión en el anexo 1 podría contemplarse en el futuro.

Desde un punto de vista técnico – preventivo, no se trabaja con el concepto de enfermedad profesional sino con el de enfermedad derivada del trabajo, entendiendo por ésta el deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador producido por una exposición crónica a condiciones adversas generadas por el ambiente en el que se desarrolla el trabajo o por la forma en que éste se encuentra organizado.

Es importante señalar aquí que todas aquellas enfermedades contraídas por el trabajador por causa exclusiva del trabajo que no estén contempladas como enfermedades profesionales son consideradas a efectos legales como accidentes de trabajo.

6.2 TIPOS DE FACTORES CONTAMINANTES

Existen múltiples factores contaminantes presentes en el medio ambiente laboral. Su presencia puede ser originada por la propia actividad laboral o por los locales o espacios en los que están situados los lugares de trabajo.

La organización debe determinar si en sus instalaciones está presente alguno de estos factores contaminantes en cantidad o concentración suficiente para afectar a los trabajadores y, si es así, evaluar los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores originados por los mismos. Si el resultado de esta evaluación pone de manifiesto situaciones de riesgo, debe tomar medidas preventivas encaminadas a eliminar o reducir y controlar dichos riesgos.

Atendiendo a su naturaleza, los factores contaminantes pueden ser de tres tipos:

6.2.1 AGENTES FÍSICOS

Los agentes físicos son formas de energía, generadas por fuentes concretas, cuya presencia en el ambiente de trabajo origina un riesgo higiénico para los trabajadores que están expuestos a ellas.

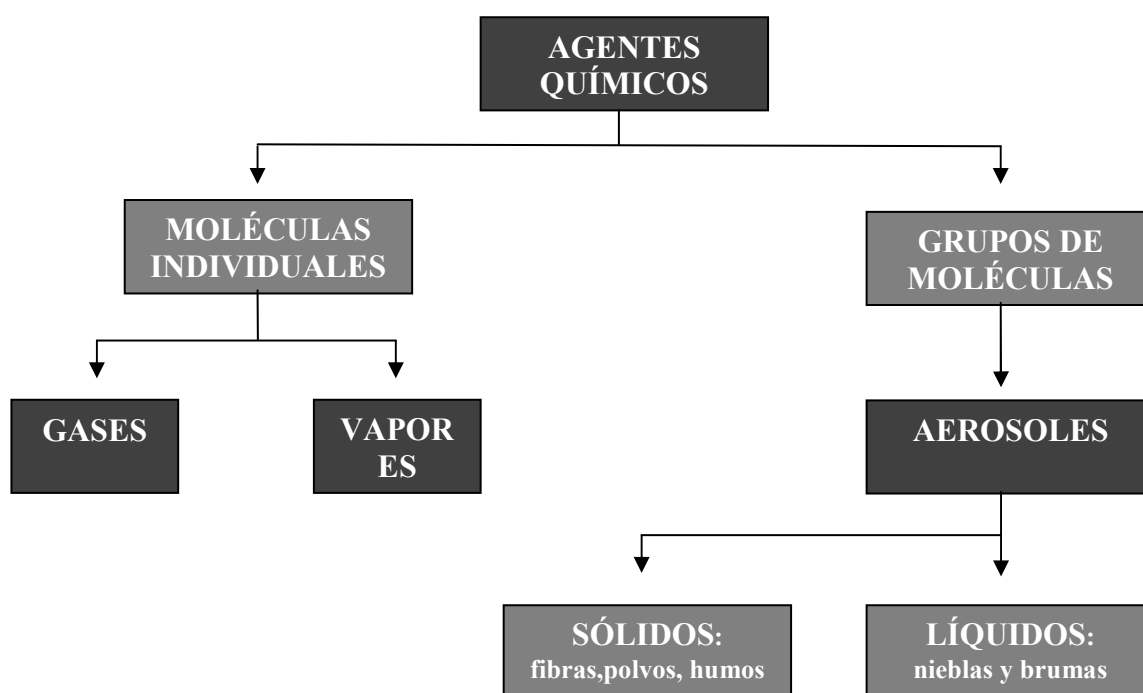
Pueden clasificarse en función del tipo de energía que los genera:

TIPO DE ENERGÍA	AGENTE FÍSICO
Energía mecánica	Ruido
	Vibraciones
	Variaciones de presión
	Ultrasonidos e infrasonidos
Energía térmica	Estrés térmico por frío
	Estrés térmico por calor
Energía electromagnética	Radiaciones ionizantes
	Radiaciones no ionizantes
	Campos eléctricos / magnéticos

6.2.2 AGENTES QUÍMICOS

Son aquellos contaminantes constituidos por materia inerte, es decir, no viva, en cualquiera de sus estados de agregación (sólido, líquido o gaseoso), cuya presencia en el ambiente de trabajo puede generar un riesgo para la salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en la que se utilizan o se encuentran presentes.

Teniendo en cuenta su forma de presentarse en el ambiente de trabajo, podemos distinguir:



Es importante señalar aquí que los contaminantes que se presentan en forma de moléculas individuales, al ser inhalados, tienen un comportamiento similar al del aire.

Los aerosoles, consistentes en dispersiones de partículas sólidas o líquidos en un medio gaseoso, tienen un comportamiento distinto debido a su mayor tamaño.



6.2.3 AGENTES BIOLÓGICOS

Los contaminantes biológicos son seres vivos microscópicos (bacterias, virus, protozoos, hongos, parásitos, etc.) que pueden estar presentes en el lugar de trabajo y son capaces de provocar efectos adversos en la salud de los trabajadores.

6.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES

Existen distintos factores que influyen en que la presencia de uno o varios agentes contaminantes en el ambiente de trabajo deriven en una enfermedad del trabajador.

Dentro de éstos, destacan fundamentalmente dos:

- La cantidad o concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo.
Para muchos de los contaminantes se han definido valores límites tolerables, por debajo de los cuales es predecible que, en condiciones normales, no se genere daño para los trabajadores expuestos.
- El tiempo de exposición.
Es el tiempo efectivo durante el cual un contaminante ejerce su acción agresiva sobre el trabajador. Generalmente el tiempo de exposición es menor al tiempo total de permanencia en el puesto, debido a la presencia de descansos y tiempos muertos en la jornada laboral.

Otros factores a tener en cuenta son:

- La naturaleza del contaminante.
La capacidad del organismo para limitar la entrada de los agentes contaminantes está vinculada a las propiedades fisicoquímicas de éstos (solubilidad, volatilidad, estado de agregación, polaridad, grado de ionización, etc.).
- Las características personales del trabajador.
Las características particulares de cada individuo, tales como la edad, raza, sexo, condiciones metabólicas, hábitos alimenticios e higiénicos, etc. pueden condicionar el grado de afectación producido por un contaminante.
- Las condiciones de trabajo.
Dentro de éstos se consideran todos aquellos factores que limitan la estancia del contaminante en el entorno de trabajo, tales como sistemas de ventilación general o extracción localizada.
- Los factores ambientales, tales como la temperatura, humedad, presión atmosférica, hora del día, etc.



- La presencia de varios agentes contaminantes al mismo tiempo.

6.4 OBLIGACIONES DE LA EMPRESA Y LOS TRABAJADORES

6.4.1 EMPRESA

- Identificar y evaluar los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores que no se puedan evitar.
- Garantizar a los trabajadores la vigilancia periódica de su estado de salud.
- Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones.
- Suministrar formación e información suficiente y adecuada sobre los riesgos y medidas preventivas.
- Fomentar el uso de prendas adecuadas: pantalones, camisa, guantes, etc.
- Reducir al mínimo posible la exposición de los trabajadores a cualquier riesgo.
- Poner a disposición de los trabajadores las fichas de datos de seguridad de los productos utilizados.
- Garantizar una formación teórica y práctica en prevención de riesgos laborales.

6.4.2 TRABAJADORES

- Colaborar con la empresa en las mediciones higiénicas que se deban realizar.
- Utilizar y mantener en buen estado de uso los equipos de protección individual suministrados por la empresa.
- Realizar los reconocimientos médicos específicos.
- Respetar la señalización de seguridad y salud.
- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramienta y en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.



6.5 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA

El proyecto al que se acompaña el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, contempla la realización de la instalación eléctrica en Media y en Baja tensión en un local industrial destinado a realizar bloques de motores, situado en el Polígono Industrial La Nava, Tafalla, en Navarra.

Todos los trabajos para realizar la instalación eléctrica en Baja tensión, hasta el momento de la prueba de los circuitos, se realizarán sin tensión, y en el momento de la prueba, deberá estar ya instalado el nuevo Cuadro general de mando y protección definitivo, así como la instalación completa de puesta a tierra.

Además se atenderán a todas y cada una de las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras, según el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre.

6.6 MEDIDAS GENERALES DE LA OBRA

6.6.1 PROTECCIÓN PERSONAL

- Iluminación de los lugares de trabajo.
- Desinfección y desinsectación.
- Acceso seguro del personal a la zona de trabajo.
- Trabajos a diferente altura y en la misma vertical.
- Protección de la cabeza
- Cinturón de seguridad
- Ropa de trabajo (buzo, botas de agua, etc.)



6.6.2 MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD

ANDAMIOS Y ESTRUCTURAS TUBULARES

- Base y soportes
- Arrastramiento y fijación vertical y horizontal
- Superficie de la plataforma de trabajo
- Barandillas de la plataforma de trabajo
- Subida y acceso a la plataforma
- Materiales depositados en la plataforma del andamio
- Observaciones

SALIDAS

- Rutas o salidas marcadas claramente
- Salidas con adecuada iluminación
- Rutas de salida, libres de obstáculos

APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO

- Todas las pilas aseguradas para evitar deslizamientos
- Área de almacenaje limpia y sin objetos materiales extraños

MANEJO DE MATERIALES

- Envases en buenas condiciones
- Cadenas, eslingas y cables en buenas condiciones y adecuadas para la carga
- Adecuado almacenamiento para el equipo de levantamiento



HERRAMIENTAS MANUALES Y PORTATILES

- Herramientas, cables eléctricos y mangueras de aire en buenas condiciones.
- Colocación adecuada en las herramientas en uso
- Almacenamiento adecuado de las herramientas cuando no estén en uso.
- Dispositivo de seguridad y resguardos en condiciones operacionales

HERRAMIENTAS MECÁNICAS Y RESGUARDOS

- Transmisión protegida
- Resguardos en los puntos de pellizco, atrapamiento y de operación
- Resguardos fijos asegurados en su posición

CUADRO GENERAL

- Protección intemperie
- Interruptor general de corte (omnipolar)
- Magnetotérmico y/o fusible.
- Interruptor automático diferencial de fuerza (300 mA)
- Interruptor automático diferencial de alumbrado (30 mA)
- Conductor de protección del cuadro (puesta a tierra)
- Protección de las partes activas en tensión
- Observaciones

LÍNEAS DE SUMINISTRO

- Interferencias líneas de alta (aéreas o enterradas)
- Interferencias líneas de baja (aéreas o enterradas)
- Observaciones

CUADROS AUXILIARES (tantos ítems como cuadros haya)



- Protección intemperie
- Interruptor general de corte (omnipolar)
- Magnetotérmico y/o fusible
- Interruptor automático diferencial de fuerza (300 mA)
- Interruptor automático diferencial de alumbrado (300 mA)
- Conductor de protección del cuadro (puesta a tierra)
- Protección de las partes activas en tensión
- Observaciones

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN (De cuadro general a cuadros y máquinas)

- Conductores aislados y protegidos
- Protección tomas de corriente
- Aislamiento eléctrico lámparas fijas
- Aislamiento Eléctrico lámparas portátiles
- Cables de distribución sobre tierra (protección pasos, empalmes, charcos próximos)
- Observaciones

6.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.7.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caída ó colapso de andamios.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.



- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos. Incendio.
- Explosión.

6.7.2 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberá reponer con la mayor diligencia. La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.



6.7.3 PROTECCIONES PERSONALES

Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos en las Norma UNE, o en su defecto, Recomendación AMYS.

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color DIN-2 ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos



La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.

El personal utilizará durante el desarrollo de su trabajo, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.

A los operarios sometidos al riesgo de electrocución y como medida preventiva frente al riesgo de golpes extremidades inferiores, se dotarán al personal de adecuadas botas de seguridad dieléctricas con puntera reforzada sin herrajes metálicos.

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones en las que por el proceso productivo no puedan ser protegidos mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

6.7.4 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalizarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte “PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO”.
- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión ó medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.



Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen la el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).

Las instalaciones de Baja tensión se deberán revisar, como mínimo, anualmente.

Pamplona, Agosto de 2012

El Ingeniero Técnico Industrial

Ibon Ducun Berrio



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Ibón Ducun Berrio

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/2012



INDICE

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 Libros y Catalogos	1
7.2 Páginas web	2



7.1 LIBROS Y CATÁLOGOS UTILIZADOS

- Catálogos comerciales de ORMAZABAL sobre transformadores, aparamenta de MT y centros de transformación.
- Tarifa de Luminarias PHILIPS. Abril 2007
- Divulgación Técnica de ABB Motores, S.A., Edición 1, 1990.
- Software DIALux 4.10 para cálculo de iluminación
- Software AMIKIT de ORMAZABAL para cálculo de Centros de Transformación.
- MÁQUINAS ELÉCTRICAS. S.J.Chapman. Ed McGraw-Hill, segunda edición, 1993.
- MANUAL DE LUMINOTECNIA. J.A.Taboada. Ed. Dossat. S.A. cuarta edición.
- MÉTODO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. CONECTADOS A REDES DE 3ª CATEGORÍA. UNESA
- INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA EN C.T. Julián Moreno Clemente,
- NORMATIVA VIGENTE CORRESPONDIENTE:
 - RBT e ITC del Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto
 - CTE del Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y C.T. del Real Decreto 3275/1982 del 1 de Diciembre y sus ITC publicado en el BOE el 25 de Octubre de 1984
 - Normativa particular de la empresa suministradora, Iberdrola.
 - Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.



7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 DIRECCIONES WEB DE CONSULTADAS EN ESTE PROYECTO

- ORMAZÁBAL. www.ormazabal.com
- MERLIN GUERIN. www.schneiderelectric.es
- MANUFACTURAS ELÉCTRICAS S.A (MESA). www.me-sa.es
- KLK ELECTRO MATERIALES. www.klk.es
- PHILIPS. www.philips.es
- LEGRAND. www.legrandelectric.com
- HIMEL. www.himel.es
- PRYSMIAN. www.prysmian.es
- ABB. www.abb.es/bajatension
- AEMSA-REJINORMA. http://aemsa.es_
- SCHNEIDER ELECTRIC. www.schneiderelectric.es

7.2.2. PAGINAS WEB DE MAQUINARIA INDUSTRIAL

- www.euromac.com
- www.car-o-liner.se
- www.cams.it
- www.hidrogarne.com
- www.erlo.com
- www.elektroska.com



7.2.3 OTRAS PAGINAS WEB DE INTERES

- www.telecable.es/personales/albatros1/asin/maquinas_herramienta.htm
- www.normalux.com
- www.gabaru.com
- www.fsb.es/
- www.aeraspiratos.com
- www.elumatec.com/pages/Spanien/
- www.energuia.com
- www.sercobe.es
- www.arqui.com
- www.procuno.com
- www.electroindustria.com
- www.bdd.unizar.es
- www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/jccm
- www.unesa.es
- www.iberdrola.es
- www.voltimum.es